

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/KR05/000388

International filing date: 11 February 2005 (11.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: KR  
Number: 10-2005-0011263  
Filing date: 07 February 2005 (07.02.2005)

Date of receipt at the International Bureau: 17 May 2005 (17.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office

출 원 번 호 : 특허출원 2005년 제 0011263 호  
Application Number 10-2005-0011263

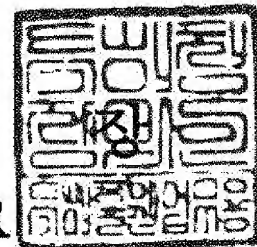
출 원 일 자 : 2005년 02월 07일  
Date of Application FEB 07, 2005

출 원 인 : 재단법인서울대학교산학협력재단  
Applicant(s) Seoul National University Industry  
Foundation

2005 년 04 월 07 일

특 허 청

COMMISSIONER



**【서지사항】**

<b>【서류명】</b>	특허출원서
<b>【권리구분】</b>	특허
<b>【수신처】</b>	특허청장
<b>【제출일자】</b>	2005.02.07
<b>【발명의 국문명칭】</b>	전자기력을 이용한 조작기 및 이를 이용한 차단기
<b>【발명의 영문명칭】</b>	Electro-Magnetic Force driving Actuator and Circuit Breaker using the same
<b>【출원인】</b>	
<b>【명칭】</b>	재단법인 서울대학교산학협력재단
<b>【출원인코드】</b>	2-2003-007067-6
<b>【대리인】</b>	
<b>【성명】</b>	김영철
<b>【대리인코드】</b>	9-1998-000040-3
<b>【포괄위임등록번호】</b>	2003-018816-5
<b>【대리인】</b>	
<b>【성명】</b>	김순영
<b>【대리인코드】</b>	9-1998-000131-1
<b>【포괄위임등록번호】</b>	2003-018817-2
<b>【대리인】</b>	
<b>【성명】</b>	이준서
<b>【대리인코드】</b>	9-1998-000463-0
<b>【포괄위임등록번호】</b>	2003-018818-0
<b>【발명자】</b>	
<b>【성명】</b>	정현교
<b>【출원인코드】</b>	4-2000-047702-1
<b>【발명자】</b>	
<b>【성명】</b>	강종호

【출원인코드】	4-2004-004210-7
【우선권 주장】	
【출원국명】	KR
【출원종류】	특허
【출원번호】	10-2004-0008966
【출원일자】	2004.02.11
【증명서류】	미첨부
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 김영철 (인) 대리인 김순영 (인) 대리인 이준서 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	0 면 38,000 원
【가산출원료】	66 면 0 원
【우선권주장료】	1 건 20,000 원
【심사청구료】	29 항 1,037,000 원
【합계】	1,095,000 원
【감면사유】	공공연구기관
【감면후 수수료】	557,500 원
【첨부서류】	1.공공연구기관임을 증명하는 서류_1통

## 【요약서】

### 【요약】

본 발명은 전력 계통에 사용되는 조작기 및 차단기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 작은 크기와 무게를 가지면서 조작 속도와 조작력을 극대화 할 수 있는 전자반발력을 이용한 조작기 및 상기 조작기를 이용하여 우수한 차단 성능을 발휘함으로써 특히 고압 및 초고압 차단기에 유용하게 사용할 수 있으며, 저압용으로도 사용할 수 있는 차단기에 관한 것이다.

본 발명에서는, 자성체로 이루어진 중공의 내통; 자성체로 이루어지며, 상기 내통과 동심을 이루어 상기 내통으로부터 반경 방향 외측으로 일정 간격을 유지하여 설치되는 외통; 각각 상기 내통의 외면과 상기 외통의 내면에 접하여 서로 일정 간격을 유지하여 배치되는 내,외측 영구자석; 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되는 코일; 및 상기 코일이 그의 일단부에 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기 내,외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 비자성체의 가동자를 포함하는 조작기가 제공된다.

또한, 상기 가동자의 타단부에 연결되어서, 상기 가동자에 의해 직선 운동하여 폐극 동작과 개극 동작을 수행하는 절연 조작 로드를 포함하는 차단기가 제공된다.

**【대표도】**

도 2a

**【색인어】**

차단기, 가스, 소호, 조작기, 파퍼

## 【명세서】

### 【발명의 명칭】

전자기력을 이용한 조작기 및 이를 이용한 차단기{Electro-Magnetic Force driving Actuator and Circuit Breaker using the same}

### 【도면의 간단한 설명】

- <1> 도 1a는 종래의 차단기 중 파피 소호 방식 차단기를 일례로서 보여주는 폐극 상태 단면도이다.
- <2> 도 1b는 도 1a에 도시된 차단부를 소호 상태에서 상세하게 보여주는 확대도이다.
- <3> 도 2a는 본 발명의 바람직한 제1실시예에 따른 조작기의 구성을 보여주는 단면도이다.
- <4> 도 2b는 도 2a의 A-A 단면도이다.
- <5> 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 제1실시예에 따른 조작기가 설치된 차단기의 구성을 나타내는 것으로서, 차단기가 폐극상태에서 소호상태, 개극상태로 변화되는 모습을 순차적으로 보여주는 단면도이다.
- <6> 도 4는 본 발명의 바람직한 제2실시예에 따른 조작기의 구성을 보여주는 입체 단면도이다.
- <7> 도 5a 및 도 5b는 각각 본 발명의 제2실시예에 따른 조작기의 구성요소들을 상세하게 보여주는 도면이다.

<8> 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 조작기가 설치된 차단기를 보여주는 단면도이다.

<9> 도 7a 도 7d는 본 발명의 제2실시예에 따른 조작기의 동작과정을 순차적으로 보여주는 단면도이다.

<10> 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 제2실시예에 따른 조작기에서 제1,2 자성체 링과 보조 영구자석 없이 내,외측 영구자석만을 가질때의 가동자를 이동시키는 힘과 전류특성을 보여주는 그래프이다.

<11> 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 제2실시예에 따른 조작기가 제1,2 자성체 링과 보조 영구자석을 더 가질때의 힘과 전류특성을 보여주는 그래프이다.

<12> 도 10a 및 도 10b는 각각 본 발명의 제3실시예에 따른 전자석 조작기의 구성을 보여주는 평면도 및 입체 단면도이다.

<13> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<14> 2 : 용기            10 : 차단부

<15> 11 : 고정 아크 접촉자    12 : 고정 주접촉자

<16> 13 : 절연통            14 : 고정 피스톤

<17> 15 : 지지대            16 : 지지 애자

<18> 17 : 급기구            18 : 유로

<19> 21 : 가동 아크 접촉자    22 : 가동 주접촉자

<20> 23 : 절연 노즐            24 : 파퍼 실린더

- <21>            25 : 절연 조작 로드      100 : 조작기
- <22>            110 : 내통            120 : 외통
- <23>            130 : 내측 영구자석      132 : 외측 영구자석
- <24>            140 : 코일            142 : 전원공급선
- <25>            150 : 가동자            152 : 가동환
- <26>            154 : 이동축            156 : 연결축
- <27>            158 : 연결판            160 : 제1 단부판
- <28>            162 : 제2 단부판      170 : 핀
- <29>            180 : 완충수단
- <30>            200,300 : 조작기      210,310 : 바디
- <31>            211 : 챔버            220 : 내측 영구자석
- <32>            230 : 외측 영구자석      240 : 가동자
- <33>            241 : 코일            242 : 제1자성체 링
- <34>            243 : 제2자성체 링      244 : 절연체 하우징
- <35>            251 : 제1내측 보조 영구자석 252 : 제1외측 보조 영구자석
- <36>            255 : 제2내측 보조 영구자석 256 : 제2외측 보조 영구자석
- <37>            261 : 제1완충 수단      262 : 제2완충 수단
- <38>            271,272 : 로드          281,282,321,322 : 지지대
- <39>            281a,321a : 연결부

<40> 300a,300b,300c,300d : 전자석 조작부

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<41> 본 발명은 전력 계통에 사용되는 조작기 및 차단기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 작은 크기와 무게를 가지면서 조작 속도와 조작력을 극대화 할 수 있는 전자반발력을 이용한 조작기 및 상기 조작기를 이용하여 우수한 차단 성능을 발휘함으로써 특히 고압 및 초고압 차단기에 유용하게 적용할 수 있으며, 저압용으로도 쉽게 적용할 수 있는 차단기에 관한 것이다.

<42> 차단기는 주로 송전선로의 송전단이나 수전단에 설치되어, 전력 계통에 고장이 없을 때 정상전류를 개폐하는 것은 물론, 단락 등의 고장이 발생하였을 때 고장 전류를 차단하여 계통 및 각종 전력 기기(부하)를 보호한다.

<43> 이러한 차단기는, 소호/절연 매질에 따라 진공 차단기(VCB:Vacuum Circuit Breaker), 오일 차단기(OCB:Oil Circuit Breaker), 가스 차단기(GCB:Gas Circuit Breaker) 등으로 분류된다.

<44> 차단기가 고장 전류를 차단할 시에는 두 접점 사이에서 발생하는 아크(Arc)를 소호(消弧:Extinguishing)하여야 한다. 상기 가스 차단기는 아크를 소호하는 방식에 따라 다시, 파피 소호 방식(Puffer type), 로터리 아크 소호 방식(Rotating arc type), 열팽창 소호 방식(Thermal expansion type), 복합 소호 방식(Hybrid

extinction type) 등으로 분류된다.

<45> 첨부도면 도 1a 및 도 1b에는 차단기중 상기한 파피 소호 방식 가스 차단기가 일체로 도시되어 있다.

<46> 파피 소호 방식 차단기는 SF6 가스(6불화유황, 이하 '소호성 가스'로 칭함)를 소호/절연 매질로 하며, 주로 초고압급(통상적으로는, 72.5kV급이상) 차단기에 사용되고 있다.

<47> 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이, 파피 소호 방식 가스 차단기는, 대부분여, 고장 전류를 차단하기 위한 차단부(10)와, 차단부(10)의 조작을 위한 조작기(50)로 구성되어 있다.

<48> 상기 차단부(10)는 고정부와 가동부로 이루어지며, 내부에 SF6 가스가 충전(充填)된 용기(2)내에 설치된다.

<49> 상기 차단부(10)에 있어서의 고정부는, 고정 아크 접촉자(11)와 고정 주접촉자(12)를 구비하는 한편, 절연통(13), 고정 피스톤(14), 지지대(15) 및 지지애자(16) 등을 구비한다.

<50> 상기 차단부(10)에 있어서의 가동부는, 가동 아크 접촉자(21), 가동 주접촉자(22), 절연노즐(23), 파피 실린더(24) 및 절연 조작 로드(25)를 구비한다.

<51> 상기 절연 조작 로드(25)에는 상기 조작기(50)의 작동 로드(51)가 연결되어 있다. 또한, 상기 절연 조작 로드(25)에는 상기 가동 아크 접촉자(21), 가동 주접촉자(22), 절연노즐(23) 및 파피 실린더(24)가 일체로 연결되어 있다.

<52> 따라서, 상기 조작기(50)가 구동되면 상기 작동 로드(51)에 의해 상기 절연 조작 로드(25)가 이동한다. 이어서, 상기 절연 조작 로드(25)의 이동에 따라 상기 가동 아크 접촉자(21), 가동 주접촉자(22), 절연노즐(23) 및 파퍼 실린더(24)가 일체로 이동하여 폐극(투입) 동작과 개극(차단) 동작을 수행하게 된다.

<53> 구체적으로, 정상 상태에서는 도 1a에 도시된 바와 같이, 폐극상태를 유지하면서 정상 전류를 흘리게 된다.

<54> 그러나, 일단 전력 계통에 이상이 발생하여 정상 전류의 수배(예컨대, 약 10배)에 달하는 고장 전류가 흐르게 되면, 그의 고장 전류에 의해 조작기(50)가 작동된다. 그러면, 도 1b에 도시된 것과 같이, 상기 조작기(50)에 의한 상기 작동 로드(51)가 당겨지게 되고, 작동 로드(51)는 절연 조작 로드(25)를 당기게 된다. 따라서, 고정 아크 접촉자(11)로부터 가동 아크 접촉자(21)가 분리되고, 고정 주접촉자(12)로부터 가동 주접촉자(22)가 분리된다.

<55> 이와 동시에, 파퍼 실린더(24)는 고정 피스톤(14)에 대항하는 방향으로 당겨져서 파퍼 실린더(24) 내부의 소호성 가스를 압축시킨다. 압축된 소호성 가스는 급기구(17)와 유로(18)를 통과하여 도 1b에서 화살표 방향으로 분출되어 고정 아크 접촉자(11)와 가동 아크 접촉자(21) 사이에 발생하는 아크 플라즈마를 조속히 소멸시켜 전류 차단이 이루어지게 된다(개극상태).

<56> 이와 같은 차단기에 있어서, 고장전류를 차단하고 극간의 절연을 신속하게 회복하기 위해서는 개극 동작이 고속으로 이루어져야 한다. 그런데, 아크 플라즈마의 형성으로 개극 간극을 벌리는 것만으로는 아크 소호가 완전히 이루어지지 않음

므로 전술한 바와 같이 소호 가스를 분사해 주어야 하는 것이다. 따라서, 조작기(50)는 소호 가스를 압축시키기 위한 힘 즉, 파퍼 실린더(24)를 고정 피스톤(14)에 대항하여 가동시키기 위한 힘까지 감당해야 한다.

<57>            즉, 개극 속도를 높이기 위해서는 조작력을 크게 증대시켜야 함으로써, 조작기(50)에는 더욱 큰 힘과 큰 속도가 요구되는 것이다.

<58>            예를 들어, 송전용 고압/초고압(통상적으로, 365kv 이상)용 차단기는, 개극 간극(SL : Stroke Length)이 250mm 정도 되고, 45ms(밀리 초)라고 하는 극히 순간적인 시간 내에 동작을 완료할 수 있을 정도의 큰 힘과 큰 속도를 요구한다.

<59>            현재 고압/초고압용 차단기에는 주로 유압 조작기나 공압 조작기가 사용되고 있다. 그러나, 이러한 조작기는 차단기 전체 가격의 1/3을 차지할 정도로 고가이고, 우리나라의 경우에는 이를 대부분 수입에 의존한다는데 문제가 있다. 또한, 이러한 유압 또는 공압 조작기는 주위의 온도변화에 따라서 작동 유체가 누설될 염려가 있다. 또한, 많은 부품으로 이루어져 있어서 그 부품들 중 단 하나의 부품의 고장에 인해서도 조작기가 동작을 하지 못하게 될 염려가 많다.

<60>            따라서, 상기한 유압 또는 공압 조작기를 대체할 수 있는 조작기를 개발하기 위한 연구가 전세계적으로 이루어지고 있다. 그 연구 결과로는 스프링 조작기(스피이럴 스프링), 모터드라이브(모터를 이용하여 회전운동을 직선운동으로 전환시켜주는 시스템), 그리고 PMA 조작기(Permanent Magnetic Actuator, 영구자석형 조작기)가 대표적으로 사용되고 있다.

<61>            그러나, 상기 스프링 조작기는 스프링을 압축시킨 상태에서 필요할 때 그 압

축된 힘을 해제시켜 동력을 얻는 시스템이므로, 제조비용은 저렴하나, 스프링의 탄성력이 일정치 않아 동작상태에 대한 신뢰성이 낮다는 단점이 있다. 그 때문에 소호 가스를 분사시켜야 하는 고압이나 초고압용으로 적용하기는 힘들뿐 아니라, 이를 적용 시 차단실패의 확률이 매우 커진다.

<62>           상기 모터드라이브는 공압이나 유압에 비해서는 제조 비용이 저렴하다고 하지만 그래도 고가이고, 큰 힘을 내기가 어렵다는 문제점을 가지고 있어, 저압용으로는 사용이 가능하나 고압이나 초고압에서는 성능을 충분히 발휘하기 어렵다.

<63>           상기 PMA 조작기는, 영구자석에서 발생하는 자계의 힘과 코일에 전류를 흘려 발생시킨 자계로 인한 전자력에 의해 가동자가 동작되도록 한 것이다. 따라서, 매우 간단한 구조로 이루어지고, 그의 조작에 대한 효율도 좋으며, 일정하고 균일한 동작을 기대할 수 있는 장점이 있어 최근에 저압용 차단기용 조작기로서 많이 사용되고 있다.

<64>           그러나, 상기한 PMA 조작기는, 영구자석에서 발생하는 자계의 힘과 코일에 전류를 흘려 발생시킨 자계의 힘으로 구동되어야 하는 시스템이므로, 자계가 흘러가는 경로(Path)를 자성체(철심)로 만들어 주어야 할 뿐만 아니라, 가동되는 가동자 또한 자성체로 이루어져 있어야만 한다. 따라서, 차단 용량이 증대되어 조작기에 더 큰 힘을 필요로 하는 경우에는 많은 자계를 발생시켜야 하고, 그 자계가 포화(자기포화상태 : 자성체들이 어느 정도 자기화가 진행되면 그 이상 전류를 세게 해도 자기화가 진행되지 않는 '자기포화상태'에 이르게 되고, 자기포화상태에서는 전류를 계속해서 증가시켜도 일정 한도 이상의 힘을 얻을 수가 없음)가 되지 않고

흐를 수 있도록 자성체도 그 만큼 커져야 하므로 조작기의 사이즈에 대한 부담이 커지고, 영구자석과 코일에서 여자된 자속밀도는 공극길이의 제곱에 반비례하기 때문에 차단부의 접점간극이 큰 고압이나 초고압용 차단기에 적용하는데 한계가 있다.

<65> 예를 들어, 개극 간극이 20mm 정도 되는 저압용 차단기의 조작기에 PMA를 적용할 경우, 최적화된 모델의 크기(가로×세로×두께)가 200×250×100mm가 되므로, 그의 무게만도 10kg 이상 나가게 된다. 따라서, 이러한 PMA 조작기가 초고압에 사용될 때에는 그 크기가 아주 비대해져야 하고, 무게도 유압 또는 공압 조작기에 비해 훨씬 더 많이 나가며, 제조 비용도 증가하게 된다. 그렇기 때문에, 아직까지는 PMA 조작기를 고압이나 초고압에 사용할 방안을 찾지 못하고 있다.

### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<66> 따라서, 본 발명의 목적은, 작은 크기와 무게를 가지면서 조작 속도와 조작력을 극대화 할 수 있는 전자기력을 이용한 조작기 및 상기 조작기를 이용하여 우수한 차단 성능을 발휘함으로써 특히 초고압 및 고압 차단기에 유용하게 사용할 수 있으며, 저압용으로도 사용할 수 있는 차단기를 제공하는 것에 있다.

### 【발명의 구성】

<67> 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 제1실시예에 따른 조작기는, 자성체로 이루어진 중공의 내통; 자성체로 이루어지며, 상기 내통과 동심을 이루어 상기 내통으로부터 반경 방향 외측으로 일정 간격을 유지하여 설치되는 외통; 각각 상기 내통의 외면과 상기 외통의 내면에 접하여 서로 일정 간격을 유지하여 배치되

는 내,외측 영구자석; 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되는 코일; 및 상기 코일이 그의 일단부에 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기 내,외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 비자성체의 가동자를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<68> 이와 같은 본 발명의 제1실시예에 의한 조작기는, 영구자석에 의한 자계와 코일 전류에 의한 전계에 의해 발생하는 힘으로 가동자를 작동시키는 구조를 가져, 작은 크기와 무게로도 큰 조작력과 조작 속도를 발휘한다.

<69> 상기한 본 발명의 제1실시예에 의한 조작기에 있어서, 상기 비자성체의 가동자는, 일단부에 상기 코일이 설치되며, 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동이 가능하게 설치되는 가동환; 및 상기 내통의 내측에 직선이동이 가능하게 설치됨과 동시에 그의 일단부가 상기 가동환에 연결되어서 상기 가동환에 의해 축방향으로 직선 이동하는 이동축을 포함하여 구성될 수 있다.

<70> 상기한 본 발명의 제1실시예에 의한 조작기에는, 자성체로 이루어지며, 상기 내통과 외통의 양측 단부를 막음하여 원활한 자계의 흐름을 유도하는 제1,2단부판을 포함하는 것이 바람직하다.

<71> 한편, 본 발명에 따른 차단기는, 자성체로 이루어진 중공의 내통; 자성체로 이루어지며, 상기 내통과 동심을 이루어 상기 내통으로부터 반경 방향 외측으로 일정 간격을 유지하여 설치되는 외통; 각각 상기 내통의 외면과 상기 외통의 내면에 접하여 서로 일정 간격을 유지하여 배치되는 내,외측 영구자석; 상기 내측 영구자

석과 외측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되는 코일; 상기 코일이 그의 단부에 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기 내,외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 비자성체의 가동자; 및 상기 가동자의 타단부에 연결되어서, 상기 가동자에 의해 직선 운동하여 폐극 동작과 개극 동작을 수행하는 절연 조작 로드를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<72>           상기한 본 발명에 따른 차단기에 있어서, 상기 가동자의 개극 방향 이동 말미가 되는 지점 부분에 충격력을 흡수하는 완충수단을 설치하는 것이 바람직하다.

<73>           여기서, 상기 완충수단은 압축 코일 스프링으로 이루어질 수 있다.

<74>           본 발명의 제2실시예에 따른 조작기는, 내부에 원환형의 챔버가 형성되어 있는 자성체의 바디; 상기 바디의 챔버 내부에 반경방향으로 일정간격을 유지하여 동심으로 설치되는 원환형의 내측 영구자석 및 외측 영구자석; 및 원환형의 코일을 가져 상기 내측 영구자석과 내측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기 내측 영구자석과 상기 외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 가동자를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<75>           상기한 본 발명의 제2실시예에 의한 조작기에 있어서, 상기 내,외측 영구자석의 양단부에는 각각 원환형의 제1내,외측 보조 영구자석과 제2내,외측 보조 영구자석이 설치될 수 있다.

- <76> 여기서, 상기 제1내,외측 보조 영구자석과 제2내,외측 보조 영구자석의 극성은 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석의 극성과 반대방향으로 배치된다.
- <77> 상기한 본 발명의 제2실시예에 의한 조작기에 있어서, 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석은 초전도 벌크자석으로 이루어질 수 있다.
- <78> 상기한 본 발명의 제2실시예에 의한 조작기에 있어서, 상기 가동자는, 그의 코일의 양측 단부에 각각 원환형의 제1자성체 링과 제2자성체 링이 배치되어 상기 코일과 일체화된 형태로 이루어지질 수 있다.
- <79> 이때, 상기 코일과 제1,2자성체 링은 절연체 하우징의 내부에 매립되어 일체화되는 것이 바람직하다. 이 경우, 상기 절연체 하우징은 플라스틱으로 이루어질 수 있다.
- <80> 상기한 본 발명의 제2실시예에 의한 조작기에 있어서, 상기 가동자의 축방향 이동 말미에 상기 가동자의 단부가 바디에 충돌하는 것을 방지하기 위하여, 상기 가동자의 양단부측에 제1,2완충수단이 설치될 수 있다.
- <81> 여기서, 상기 제1,2완충수단은 압축 코일 스프링으로 이루어질 수 있다.
- <82> 상기 제1,2완충수단을 압축 코일 스프링으로 채용한 경우에는, 상기 압축 코일 스프링은 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에 배치될 수 있다.
- <83> 상기한 본 발명의 제2실시예에 의한 조작기에 있어서, 상기 가동자의 일단부에는 다수개의 비자성체의 로드가 연결되고, 상기 다수개의 비자성체 로드의 단부에는 피동부에 연결되기 위한 지지대가 설치될 수 있다.

<84>           본 발명의 다른 실시예에 의한 차단기는, 본 발명의 제2실시예에 의한 조작기와, 상기 조작기의 가동자에 의해 직선 운동하여 폐극 동작과 개극 동작을 수행하기 위하여, 상기 가동자에 연결되는 절연 조작 로드를 포함한다.

<85>           본 발명의 제3실시예에 의한 조작기는, 자성체로 이루어진 하나의 바디 내부에 다수개의 전자석 조작부가 설치되고, 상기 다수개의 조작부는 각각, 반경방향으로 일정간격을 유지하여 동심으로 설치되는 원환형의 내측 영구자석 및 외측 영구자석; 원환형의 코일을 가져 상기 내측 영구자석과 내측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기 내측 영구자석과 상기 외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자 반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 가동자; 상기 다수개의 가동자에 연결되는 다수개의 로드; 및 상기 다수개의 로드의 단부를 하나로 연결하는 지지대를 포함한다.

<86>           본 발명의 또 다른 실시예에 의한 차단기는, 본 발명의 제3실시예에 의한 조작기 및 상기 조작기의 다수개의 가동자에 의해 직선 운동하여 폐극 동작과 개극 동작을 수행하기 위하여, 상기 지지대에 연결되는 절연 조작 로드를 포함한다.

<87>           이하, 첨부된 예시도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.

<88>           <실시예1>

<89>           첨부도면 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 조작기를 나타내는 것이다. 도 2a에는 조작기의 구성을 보여주는 단면도가 도시되어 있고, 도

2b에는 도 2a의 A-A 단면도가 도시되어 있다.

<90> 도 2a에서 오른쪽의 도면은 조작기가 작동하기 전의 상태(폐극상태)를 나타내고, 좌측의 도면은 조작기가 작동된 후의 상태(개극상태)를 나타낸다.

<91> 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 조작기(100)는, 전자석 조작기(Electro-Magnetic Force driving Actuator : EMFA)로서, 내통(110), 외통(120), 내,외측 영구자석(130,132), 코일(140) 및 가동자(150)를 포함한다.

<92> 상기 내통(110)과 외통(120)은 자성체로 이루어지며, 반경방향으로 서로 일정간격을 유지하여 동심으로 배치된다.

<93> 상기 내측 영구자석(130)은 상기 내통(110)의 외면에 접하여 설치되고, 상기 외측 영구자석(132)은 상기 외통(120)의 내면에 접하여 설치된다. 따라서, 상기 내측 영구자석(130)과 외측 영구자석(132)은 반경방향으로 일정한 간격을 유지하게 된다.

<94> 상기 코일(140)은, 상기 내측 영구자석(130)과 외측 영구자석(132) 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치된다. 이러한 코일(140)에는 전원공급선(142)에 의해 전류가 공급된다.

<95> 상기 가동자(150)는 비자성체로 이루어지며, 그의 일단부에는 상기 코일(140)이 설치된다. 따라서, 상기 가동자(150)는, 상기 코일(140)에 전류가 공급되는 경우, 상기 내측 영구자석(130)과 상기 외측 영구자석(132)에 의한 '자계'와 상기 코일(140) 전류에 의한 '전계'에 의해 발생하는 힘으로 상기 내측 영구자석(130)과 외측 영구자석(132) 사이에서 축방향으로 직선 운동한다.

- <96> 도면에 도시된 구체적인 실시예에 있어서, 상기 가동자(150)는 가동환(152)과 이동축(154)을 포함한다.
- <97> 구체적으로, 상기 가동환(152)은 상기 내측 영구자석(130)과 외측 영구자석(132) 사이에 축방향으로 직선 운동이 가능하게 설치된다. 상기 가동환(152)의 일단부에는 상기 코일(140)이 설치된다. 따라서, 상기 코일(140)에 전류가 공급되면 상기 가동환(152)은 코일(140)과 함께 축방향으로 직선 이동된다.
- <98> 상기 이동축(154)은 상기 내통(110)의 중심에 직선이동이 가능하게 설치된다. 이와 동시에 상기 이동축(154)의 일단부는 상기 가동환(152)에 연결된다. 따라서, 상기 이동축(154)은 상기 가동환(152)과 일체로 축방향으로 직선 이동한다.
- <99> 도 2a에 도시된 실시예에 있어서, 상기 가동환(152)과 이동축(154)은, 연결축(156)과 연결판(158)에 의해 일체화된 구조를 가진다.
- <100> 상기 연결축(156)은 상기 가동환(152)으로부터 다수개 연장되며, 상기 다수개의 연결축(156) 단부에 상기 연결판(158)이 연결된다.
- <101> 상기 이동축(154)은 상기 연결판(158)의 중앙으로부터 연장되어서 상기 내통(110)의 내측(중심)에 직선이동이 가능한 상태로 삽입된다.
- <102> 한편, 상기 내통(110)과 외통(120)의 양측 단부에는 제1,2단부판(160,162)이 구비된다. 상기 제1,2단부판(160,162)은 자성체로 이루어지며, 상기 내통(110)과 외통(120)의 양측 단부를 막음함으로써 내통(110)과 외통(120) 사이에 자계가 원활히 흐를 수 있도록 유도하는 역할을 한다. 이 경우, 상기 연결축(156)은 상기 제2

단부판(162)을 통과하여 상기 연결판(158)에 연결된다.

<103> 이와 같이 이루어진 본 발명의 조작기는, 플레밍의 왼손 법칙을 응용하여 상기 영구자석(130,132)에 의한 자계와 상기 코일(140) 전류에 의한 전계에 의해 발생하는 힘으로 상기 가동자(150)를 직선 이동시키도록 한 전자식 조작기(EMFA)이다.

<104> 도 2a의 좌측에 도시된 도면과 같이, 상기 조작기(100)의 코일(140)에 전류를 인가하면, 상기 영구자석(130,132)에 의한 자계와 코일(140)의 전계에 의해 코일(140)을 축방향으로 이동시키려는 힘이 작용한다. 그에 따라, 상기 코일(140)이 상기 가동자(150)와 함께 축방향으로 이동된다.

<105> 구체적으로, 상기 코일(140)에 도 2a의 좌측에 도시된 도면과 같은 방향으로 전류를 흘려주면, 코일(140)이 도면상 아래쪽으로 이동되려는 힘을 받게 되고, 그에 따라 코일(140) 및 가동환(152)이 아래쪽으로 이동된다.

<106> 이와 같이 가동환(152)이 아래쪽으로 이동함에 따라, 상기 가동환(152)에 연결된 이동축(154)이 아래쪽으로 이동되면, 도 2a의 오른쪽에 도시된 도면과 같은 상태를 유지하게 된다.

<107> 상기와 같이 이루어진 본 발명의 조작기(100)는, 영구자석(130,132)에 의한 자계가 형성되는 공간에 있는 코일(140)에 자계의 직각방향으로 전류를 흘려주어 축방향으로 이동되는 힘을 얻는 원리를 가진다.

<108> 앞서 종래의 기술 부분에서 설명한 바와 같이, 일반적인 PMA 조작기는 영구 자석에서 발생하는 자계의 힘과 코일에 전류를 흘려 발생시킨 자계의 힘으로 가동

자를 움직이는 시스템이므로, 자계가 흘러가는 경로를 자성체로 만들어 주어야 할 뿐만 아니라, 가동되는 가동자 또한 자성체로 이루어져 있어야 한다.

<109> 따라서, 더욱 큰 조작력을 얻기 위하여는 코일에 전류를 많이 가해주어야 하는데, 자성체의 포화문제에 의해 전류를 계속해서 증가시켜도 일정 한도 이상의 조작력을 얻을 수가 없다. 또한, 이와 같은 문제를 해결하기 위하여는 자성체의 크기를 크게 해주어야 하므로써, 조작기가 너무 비대해지는 문제가 발생하고, 영구자석과 코일전류에 의해 여자된 자속밀도는 공극거리의 제곱에 반비례하게 되므로 차단부의 점점간극이 큰 고압 및 초고압용 차단기에 적용하는데 한계가 있다.

<110> 그러나, 본 발명의 조작기는 플레밍의 왼손 법칙을 응용하여 자계가 형성되어 있는 공간에 전류를 직각방향으로 흘려주어 가동자에 힘 즉,  $F = INT (J \text{ TIMES } B)d \text{ upsilon}$ (J:전류의 세기, B:자계의 세기)를 얻는 원리를 가진다.

<111> 종래의 영구자석에 의한 자계는 전술한 바와 같이 자성체의 포화 문제가 생기고, 자속밀도가 공극거리에 큰 영향을 받게된다. 그러나, 본 발명에 의한 조작기(100)는, 영구자석에 의해 코일(140) 부분에 자계가 형성되어있는 상태에서, 그 자계의 수직방향으로 코일(140) 전류에 의한 전류밀도를 형성시켜주어 플레밍의 왼손 법칙에 의한 전자반발력을 이용하게 되므로 코일(140)에 흘려주는 전류의 양이 바로 힘으로 전환되는 시스템이다. 따라서, 코일(140)에 전류를 많이 흘려주면, 그만큼 큰 힘을 얻을 수 있는 것이다.

<112> 따라서, 본 발명의 조작기(100)에서는 코일(140) 전류에 의해 여자된 자계로부터 발생된 전자력이 공극에 미치는 힘을 이용한 것이 아닌 코일(140)영역에서 외

부자속 밀도와 전류밀도에 의한 전자반발력에 의해 동작하게 되므로, 전자력이 미치는 곳의 자성체의 포화문제를 생각할 필요 없이, 단지 코일(140)의 권수를 많이 감아주고, 전류의 세기를 크게 하기만 하면 더욱 큰 조작력을 얻을 수 있으므로, 조작기의 크기와 무게를 대폭적으로 줄일 수 있게 된다. 바꾸어 말하면, 크기와 무게에 비해 매우 큰 조작력을 얻을 수 있게 되는 것이다.

<113> 한편, 종래의 PMA 조작기는, 가동자와 철심(고정자) 사이의 공극에 충분한 자속밀도가 형성되도록 해주어야 한다. 이러한 자속밀도는 공극간 거리의 제곱에 반비례하게 되므로, 충분한 자속밀도를 형성시켜주기 위해서는 많은 양의 코일전류를 흘려주어야 한다. 그러므로, 반응성 즉, 초기 동작 속도가 느릴 수밖에 없다. 그러나, 본 발명에 의한 조작기는, 코일(140)에 전류가 공급됨과 동시에 외부자계와의 전자반발력이 일어나므로 초기 속도가 매우 빠르고 힘차다.

<114> 첨부도면 도 3a 내지 도 3c는 상기한 조작기를 사용한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 차단기의 구성을 나타내는 것으로서, 도 3a에는 차단기가 폐극상태일 때를 나타내는 도면이, 도 3b에는 소호상태일 때를 나타내는 도면이, 도 3c에는 개극 완료 상태일 때의 도면이 도시되어 있다.

<115> 도 1a, 1b 및 도 2a, 2b에서와 동일한 구성요소에 대하여는 동일한 부호를 부여하며, 그 반복되는 설명은 생략한다.

<116> 도 3a 내지 도 3c에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 차단기에 있어서는, 절연 조작 로드(25)가 상기한 조작기(100)의 가동자(150) 단부에 연결된 구성으로 되어 있다. 따라서, 상기 절연 조작 로드(25)는 상기 가동자(150)의 운동에 의해

축방향으로 이동되어 폐극 동작과 개극 동작을 수행하게 된다.

<117> 구체적으로, 상기 절연 조작 로드(25)의 일단부는 상기 가동자(150)의 이동축(154) 단부에 편(170)을 통해 연결되어 있다.

<118> 본 실시예에 의한 차단기에 있어서, 상기 절연 조작 로드(25)와 상기 가동자(150)의 이동축(154) 단부는, 도 3a 내지 도 3c에 도시된 것과 같이, 서로 직접적으로 연결될 수도 있고, 중간에 소정의 링크기구 등을 매개로 연결될 수도 있다.

<119> 그리고, 본 실시예에 의한 차단기에 있어서는 상기 가동자(150)의 개극 방향 이동의 말미가 되는 지점 부분에 완충수단(180)을 설치하는 것이 바람직하다. 상기 완충수단(180)은 상기 가동자(150)가 개극 방향으로 이동되는 되는 경우 가동자(150)의 가동환(152)이 제2단부판(162)에 부딪히는 충격을 흡수 또는 감쇄하는 역할을 한다. 도면에 도시된 실시예와 같이, 상기 완충수단(180)은 압축코일스프링으로 이루어질 수 있다.

<120> 상기와 같이 이루어진 차단기는, 그의 조작기(100)가 본 발명의 제1실시예에 의한 조작기(100)로 이루어진다. 차단기의 구체적인 차단 동작에 대해서는 도 1a 및 도 1b를 통하여 이미 설명되었고, 조작기(100)의 동작에 대해서는 도 2a 및 도 2b를 통하여 이미 설명되었으므로, 이하에서는 중복되는 설명은 회피하면서 간단하게 설명한다.

<121> 먼저, 도 3a에 도시된 것과 같은 폐극상태에서 전력 계통에 이상이 발생하여 정상 전류의 수배에 달하는 고장 전류가 흐르게 되면, 조작기(100)의 코일(140)에 전류가 공급된다. 그러면, 도 3b에 도시된 것과 같이, 코일(140)과 가동자(150)가

이동하면서 절연 조작 로드(25)를 당기게 된다. 따라서, 고정 아크 접촉자(11)로부터 가동 아크 접촉자(21)가 이탈되고, 고정 주접촉자(12)로부터 가동 주접촉자(22)가 이탈된다. 그러면, 파피 실린더(24)가 고정 피스톤(14)에 대항하는 방향으로 당겨져서 파피 실린더(24) 내부의 소호성 가스를 압축시킨다. 이에, 압축된 소호성 가스는 급기구(17)와 유로(18)를 통하여 분출되어 고정 아크 접촉자(11)와 가동 아크 접촉자(21) 사이에 발생하고 있는 아크 플라즈마를 소멸시킨다.

<122> 이 후, 가동자(150)가 더욱 후퇴하여 절연 조작 로드(25)를 더욱 당기게 되면, 도 3c에 도시된 바와 같이, 완전한 개극상태가 달성된다.

<123> 이때, 상기 가동자(150)의 이동 말미에서는, 가동자(150)의 단부가 완충수단(180)에 부딪혀 충격력이 흡수된다. 따라서, 개극 마지막 단계에서는 가동자(150)의 이동 속도가 감속되므로 가동자(150)의 가동환(152)이 제2단부관(162)에 충돌하지 않게 된다.

<124> 앞서 설명한 바와 같이, 차단기가 고장전류를 차단하고 극간의 절연을 신속하게 회복하기 위해서는 극히 순간적인 시간 내에 동작을 완료할 수 있는 큰 힘과 큰 속도가 요구된다. 특히 차단 용량이 큰 고압/초고압의 차단기에 있어서는 조작력이 매우 큰 조작기를 필요로 하게 되는 것이다.

<125> 본 발명의 차단기에 있어서는, 전자반발력에 의해 작동하는 조작기(100)를 구비하고 있으므로, 자성체의 포화문제를 생각할 필요 없다. 따라서, 단지 코일(140)의 권수를 많이 감아주고, 전류의 세기를 크게 하기만 하면 더욱 큰 조작력을 얻을 수 있으므로 그의 크기와 무게의 증대에 비해 매우 큰 조작력을 증대를 얻을

수 있게 된다. 그렇기 때문에, 본 발명의 조작기는 초기 속도가 매우 빠르다.

<126>            그렇기 때문에, 상기와 같은 조작기(100)를 사용한 본 발명의 차단기는 종래에 적용하기 힘들었던 365kv 이상의 송전용 고압/초고압 차단기에서 매우 우수한 성능을 발휘할 수 있다. 특히, 조작기에서 소호 가스를 압축시키기 위한 힘까지 감당해야만 하는 가스 소호형 차단기, 나아가서는 파피 소호 방식의 가스 소호형 차단기에서도 매우 우수한 성능을 발휘할 수 있다.

<127>            또한, 본 발명에 의한 차단기는, 코일의 권수 등을 조정하여 크기와 조작력을 증감시킬 수 있으므로, 전술한 고압/초고압용 차단기 뿐만 아니라, 저압용에도 당연히 적은 크기와 무게로 쉽게 적용할 수 있게 된다.

<128>            이상의 설명에 있어서는, 도면에 도시된 파피 소호형 차단기를 일례를 들어 설명하였지만, 본 발명의 조작기는, 진공 차단기, 오일 차단기, 그리고 로터리 아크 소호 방식의 차단기, 열팽창 소호 방식의 차단기, 복합 소호 방식의 차단기 등, 큰 힘과 큰 속도를 요구하는 대부분의 차단기에 쉽게 적용할 수 있고, 그 효율도 매우 크다고 할 것이다.

<129>            <실시예 2>

<130>            첨부도면 도 4, 도 5a 및 도 5b에는 본 발명의 제2실시예에 따른 조작기가 도시되어 있다. 제2실시예에 따른 조작기는 전술한 제1실시예에 따른 전자석 조작기(EMFA)를 변형한 형태를 가진다.

<131>            도 4에 도시된 것과 같이, 본 발명의 제2실시예에 따른 조작기(200)는, 내부에 원환형의 챔버(211)가 형성되어 있는 자성체 바디(210)와, 상기 바디(210)의 챔

버(211) 내부에 반경방향으로 일정간격을 유지하여 동심으로 설치되는 원환형의 내측 영구자석(220) 및 외측 영구자석(230)과, 원환형의 코일(241)을 가져 상기 내측 영구자석(220)과 내측 영구자석(230) 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되는 원환형의 가동자(240)를 포함한다.

<132>           상기 코일(241)을 가지는 가동자(240)는, 상기 코일(241)에 전류가 공급되는 경우 상기 내측 영구자석(220)과 상기 외측 영구자석(230)에 의한 자계와 상기 코일(241) 전류에 의한 전계에 의해 발생하는 힘으로 상기 내측 영구자석(220)과 외측 영구자석(230) 사이에서 축방향으로 직선 운동한다.

<133>           상기 바디(210)는 상기 내,외측 영구자석(220,230) 및 가동자(240)의 설치를 위하여 제1바디(210a)와 제2바디(210b)로 구획되어 서로 결합되는 형태로 이루어지는 것이 바람직하다.

<134>           본 실시예에 있어서, 상기 가동자(240)의 코일(241)의 양측 단부에는 각각 원환형의 제1자성체 링(242)과 제2자성체 링(243)이 상기 코일(241)과 하나의 바디로 설치될 수 있다. 상기 코일(241)과 제1,2자성체 링(242,243)의 일체화는 상기 코일(241)과 제1,2자성체 링(242,243)을 절연체 하우징(244) 내부에 매립시키는 것으로 달성될 수 있다. 상기 제1,2자성체 링(242,243)의 크기(길이)는 피구동체의 홀딩력에 따라 달리할 수 있다. 예를들어, 차단기의 폐극상태를 지속적으로 유지하기에 필요한 홀딩력과 개극상태를 지속적으로 유지하기에 필요한 홀딩력의 차이에 따라서 차등이 있을 수 있다.

<135>           상기 제1,2 자성체 링(242)(243)에 대응하여, 상기 내,외측 영구자석

(220)(230)의 양단부에는 각각 원환형의 제1내,외측 보조 영구자석(251,252)과 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)이 설치될 수 있다.

<136>           상기 제1내,외측 보조 영구자석(251,252)과 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)의 극성은 상기 내측 영구자석(220)과 외측 영구자석(230)의 극성과 반대 방향을 이루도록 한다. 그러면, 제1내,외측 보조 영구자석(251,252) 사이에 발생하는 자력선 및 상기 제2내,외측 보조 영구자석(255,256) 사이에 발생하는 자력선들의 방향이 상기 내측 영구자석(220)과 외측 영구자석(230) 사이에 발생하는 자력선의 방향과 반대가 된다. 이와 같이 하면, 상기 가동자(240)가 도 4에서 위쪽으로 이동하였을 때, 상기 제1내,외측 보조 영구자석(251,252)에 의한 자력에 의해 상기 제1자성체 링(242)이 홀딩되어 상기 코일(241)에 전류의 공급을 차단하더라도 가동자(240)가 위쪽으로 이동된 상태를 계속적으로 유지할 수 있게 된다. 마찬가지로, 상기 가동자(240)가 도 4에서 아래쪽으로 이동하였을 때, 상기 제2내,외측 보조 영구자석(251,252)에 의한 자력에 의해 상기 제2자성체 링(242)이 홀딩되어 상기 코일(241)에 전류의 공급을 차단하더라도 가동자(240)가 아래쪽으로 이동된 상태를 계속적으로 유지할 수 있게 된다.

<137>           상기한 가동자(240)의 일단부(도면상 상단부)에는 다수개의 비자성체 로드(271)가 연결된다. 그리고, 상기 다수개의 비자성체 로드(271) 단부에는 지지대(281)가 구비될 수 있다. 상기 지지대(281)에는 연결부(281a)가 형성되어 있고, 상기 연결부(281a)에는 구멍(281b)이 형성되어 있다. 상기 연결부(281a)는 상기 구멍(281b)에 의해 차단기와 같은 피동부에 연결된다.

<138>           상기한 가동자(240)의 타단부(도면상 하단부)에도 다수개의 비자성체 로드(271)를 연결할 수 있다. 그리고, 상기 다수개의 비자성체 로드(272)의 단부에는 지지대(282)가 구비될 수 있다.

<139>           상기 가동자(240)의 축방향 이동 말미에 상기 가동자의 단부가 바디(210)에 충돌하는 것을 방지하기 위하여 가동자(240)의 양단부측에 제1,2완충수단(261)(262)을 구비할 수 있다. 본 실시예에 있어서, 상기 제1,2완충수단(261)(262)은 압축 코일 스프링으로 이루어져 상기 내측 영구자석(220)과 외측 영구자석(230) 사이에 배치된다. 상기 제1,2완충수단(261)(262)은 도시된 형태에만 한정되는 것은 아니다. 예를들어, 조작기(100)의 외측에 유압 또는 공압 댐퍼를 설치할 수 있다. 또한, 본 실시예와 같이 상기 바디(210)의 내부에 설치되지 아니하고 바디(210)의 외측에 설치할 수도 있다.

<140>           도 5a 및 도 5b에는 도 4에 도시된 구성요소들의 구체적이 상세하게 도시되어 있다.

<141>           먼저, 도 5a에는 상기 바디(210), 내,외측 영구자석(220,230), 제1내,외측 보조 영구자석(251,252) 및 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)의 구체적인 형상이 도시되어 있다. 바디(210)의 내부에는 원환형의 챔버(211)가 형성된다. 따라서, 상기 챔버(211)는 내벽면(211a)과 외벽면(211b)을 가진다. 상기 바디(210) 내부에 원환형의 챔버(211)의 성형과 상기 내,외측 영구자석(220,230) 및 가동자(240)의 조립을 위하여, 상기 바디(210)는 제1바디(210a)와 제2바디(210b)로 나뉘어질 수 있다. 그리고, 상기 제2바디(210b)의 아래쪽으로는 전술한 제2완충수단(262)의 설치

를 위한 연장홈(212)이 형성될 수 있다. 상기 연장홈(212)은 상기 완충수단(262)의 길이가 긴 경우에 형성된다. 상기 바디(210)의 양단부에 형성된 다수개의 통공(213)들에는 전술한 로드(271)의 통과를 위한 것이다.

<142>

상기 내측 영구자석(220)과 외측 영구자석(230)의 극성은 자력선이 화살표 방향 즉, 반경방향 내측으로 흐르도록 배치된다. 그리고, 제1내,외측 보조 영구자석(251,252)과 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)의 극성은 상기 내측 영구자석(220)과 외측 영구자석(230)의 극성과 반대방향으로 배치된다. 이러한 내,외측 영구자석(220,230), 제1내,외측 보조 영구자석(251,252) 및 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)들은 연속되는 원환형으로 도시되어 있으나, 반경방향으로 다수개로 분할된 형태를 가질 수 있다.

<143>

도 5b에는 가동자(240)와 제1,2완충수단(261)의 구체적인 형상이 도시되어 있다. 전술한 바와 같이, 상기 가동자(240)는 코일(241)과 제1,2 자성체 링(242)(243)이 절연체 하우징(244)에 매립되어 일체화된 형태를 가진다. 상기 절연체 하우징(244)은 플라스틱으로 이루어질 수 있다. 이 경우, 상기 코일(241)과 제1,2 자성체 링(242)(243)은 인서트 공법에 의해 하우징(244)을 사출성형함으로써 간단하게 매립할 수 있다. 그리고, 상기 가동자(240)의 양단부에는 전술한 로드(271)의 결합을 위한 다수개의 홈(245)이 형성되어 있다. 상기 로드(271)는 상기 홈(245)에 나사체결방식 등에 의해 결합될 수 있다. 한편, 상기 제1,2 완충수단(261)(262)이 압축스프링으로 이루어지면서 바디(210)의 내부에 설치되는 경우, 상기 압축 스프링(261)(262)은 상기 다수개의 비자성체 로드(271)(272)들의 외측을

둘러싸는 방식으로 설치될 수 있다. 상기 로드(271)들의 단부에 고정된 지지대(281)에는 연결부(281a)가 형성되어 있다. 상기 연결부(281a)에는 작동로드(280)가 구멍(281b)과 축(291)의 결합에 의해 연결되어 있다. 상기 작동로드(290)는 차단기와 같은 피동부에 연결되어, 상기 가동자(240)의 축방향 운동에 의해 피동부를 구동한다.

<144> 첨부도면 도 6에는 상기한 제2실시에 따른 조작기(200)를 가지는 차단기가 도시되어 있다. 도 6에 도시된 차단기는 앞서 3a 내지 3c에서 설명한 차단기와 조작기 부분만 상이하고 나머지 부분은 동일한 구성으로 이루어진다. 도 6에서는 차단기가 폐극상태를 유지할 때를 보여주고 있다.

<145> 도 6에 도시된 것과 같이, 본 실시예에 의한 차단기에 있어서, 차단기의 절연 조작 로드(25)에는 작동로드(290)가 핀(170)으로써 연결되고, 상기 작동로드(290)는 상기한 조작기(200)의 지지대(281)에 연결된다. 따라서, 상기 절연 조작 로드(25)는 상기 지지대(281)의 운동에 의해 축방향으로 이동되어 폐극 동작과 개극 동작을 수행하게 된다. 상기 지지대(281)는 가동자(240)에 연결되어서 가동자(240)의 축방향 운동에 따라 구동된다. 구체적으로, 상기 절연 조작 로드(25)의 일 단부는 상기 지지대(281)의 연결부(281a)에 축(291)으로써 연결되어 있다.

<146> 도 7a 내지 도 7d에는 본 발명의 제2실시에 의한 조작기(200)의 작동과정이 순차적으로 도시되어 있다. 상기 조작기(200)가 도 6의 차단기에 적용된 것으로 가정하여 설명한다.

<147> 도 7a는 가동자(240)가 도면상 위쪽 측, 제1내,외측 보조 영구자석(251,25

2)측으로 최대한 이동된 상태를 보여준다. 따라서, 지지대(281)도 최대한 위쪽으로 이동하여 작동로드(290, 도시생략)를 밀어올려 차단기는 폐극상태를 유지하게 된다. 내,외측 영구자석(220,230)의 자력선의 방향은 화살표(m1)으로, 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)의 자력선의 방향은 화살표(m2), 그리고 제1내,외측 보조 영구자석(251,252)의 자력선의 방향은 화살표(m3)로 표시되어 있다. 상기 가동자(240)가 위쪽으로 이동되어 차단기가 폐극상태를 유지할 때, 상기 가동자(240)의 코일(241)에는 전류가 공급되지 아니한다. 상기 가동자(240)의 제1 자성체 링(242)은 상기 내,외측 영구자석(220,230)과 제1내,외측 보조 영구자석(251,252)에서 발생하는 자력선의 흐름 경로로서의 역할을 하게된다. 이와 동시에 상기 제1 자성체 링(242)이 이미 제1내,외측 보조 영구자석(251,252)쪽으로 치우쳐 있으므로, 상기 제1내,외측 보조 영구자석(251,252)의 자계에 의한 힘(자력)은 상기 제1 자성체 링(242)에 미치게 된다. 이 힘은 상기 제1 자성체 링(242)을 붙잡아 두는 홀딩력으로 작용하게 되어 가동자(240)가 위로 이동된 상태를 지속적으로 유지할 수 있게 된다. 따라서, 차단기는 폐극상태를 계속적으로 유지할 수 있게 된다. 이때, 상기 가동자(240)는 제1 완충수단(261)에 의해 일정 한도 이상은 올라가지 못하고 상기 제1내,외측 보조 영구자석(251,252)에 의한 홀딩력과 제1 완충수단(261)이 가지는 탄성복귀력이 평형을 이루는 지점에서 정지하게 된다.

<148>

전력 계통에 이상이 발생하면 차단기를 개극시키기 위하여 코일(241)에 전류가 공급된다. 그러면, 내,외측 영구자석(220,230) 사이에서 발생하는 자속밀도와 코일(241)에 의해 발생하는 전류밀도와의 관계에서 반발력(축방향 힘)이 작용하게

되어 코일(241)이 아래쪽으로 이동된다. 즉, 가동자(240)가 아래쪽으로 이동된다. 이 경우, 상기 코일(241)에 공급되는 전류는 폐극상태에서 제1내,외측 보조 영구자석(251,252)에 의해 제1자성체 링(242)을 붙잡아두는 홀딩력을 충분히 극복할 수 있을 정도의 값으로 공급한다.

<149>

가동자(240)가 도 7b에 도시된 위치까지 내려오게 되면, 코일(241)에 작용하는 반발력과 가동자(240)가 이동하는 관성력에 의한 축방향 이동력이 제1자성체 링(242)을 위로 당기는 힘보다 월등히 크므로 가동자(240)는 아래로 계속적으로 진행할 수 있게 된다. 또한 이때에는 제2자성체 링(243)이 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)쪽으로 진입하여 상기 내,외측 영구자석(220,230)과 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)에서 발생하는 자력선의 흐름 경로의 역할을 하게된다. 따라서, 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)이 제2 자성체 링(243)을 아래쪽으로 끌어당기는 힘이 점진적으로 커져 가동자(240)는 아래쪽으로 더 큰 힘을 받아 가속된다. 이때가 조작기(200)가 가장 큰 힘을 내는 때이다. 따라서, 이 때를 차단기의 접점부에서 가스반발력(도 6에서 고정 피스톤(14)에 대항하는 방향으로 파피 실린더(24)를 당겨야 하는 힘)이 최대가 되는 시점과 일치되도록 설계하는 것이 바람직하다.

<150>

이와 같이, 가동자(240)의 속도가 계속하여 증가하면서 도 7b에 도시된 지점을 지나게 되면 코일(241)에 공급되는 전류를 신속하게 차단한다. 그러면, 상기 가동자(240)는 관성력과 상기 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)이 제2자성체 링(243)을 아래쪽으로 끌어당기는 힘에 의하여서만 이동된다.

<151>

가동자(240)가 도 7c의 위치까지 내려오게 되면, 제2내,외측 보조 영구자석

(255,256)은 제2자성체 링(243)을 이동방향의 역방향(위쪽)으로 밀어내게 된다. 즉, 가동자(240)의 제2자성체 링(243)이 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)의 축방향 중간지점을 지나는 시점부터는 가동자(240)의 이동방향에 반대하는 방향으로 힘이 발생하게 되어 가동자(240)를 제동하게 된다. 이 시점에서는 차단기의 접점에 서는 이미 개극동작이 종료된 상태이므로 제동력이 크면 클수록 가동자(240)의 하단부가 바디(210)에 부딪혀 충격을 받는 일이 발생치 않아 기계적 안정화를 얻을 수 있게 된다. 그렇지만, 실제적으로 가동자(240)는 6m/s 이상의 매우 큰 속도로 이동하므로 가동자(240)가 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)을 지나쳐 바디(210)에 충돌할 염려가 있다. 이 경우, 제2완충수단(262)에 의해 가동자(240)가 안정적으로 감속될 수 있다.

<152> 가동자(240)가 아래쪽으로 이동하는 동작 말미에서는, 통상적으로 상기 제2완충수단(262)과 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)에 의해 가동자(240)를 이동반대방향으로 밀어내는 힘이 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)에 의해 제2자성체 링(230)을 붙잡는 홀딩력보다 크게 마련이다.

<153> 그러면, 도 7d에 도시된 것과 같이, 가동자(240)는 상기 제2완충수단(262)의 복원력에 의해 위로 올라가게 된다. 결국, 상기 가동자(240)는 상기 제2완충수단(262)의 복원력과 제2내,외측 보조 영구자석(255,256)에 의한 제2자성체 링(230)의 홀딩력이 평형을 이루는 지점에서 정지하게 된다. 이때가 차단기의 개극이 완료된 상태이다.

<154> 첨부도면 도 8a 내지 도 11b에는 본 발명의 제2실시예에 따른 전자석 조작기

(200)를 차단기에 적용한 경우의 시뮬레이션 실험 결과들이 도시되어 있다.

<155> 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 제2실시에 따른 조작기에서 제1,2 자성체 링(242,242)과 보조 영구자석(251,252)(255,256) 없이 내,외측 영구자석(220,230)만을 가질때 가동자(240)를 이동시키는 힘과 전류특성을 보여준다. 전류는 계속하여 증가하지만 가동자(240)를 이동시키는 힘은 초반에만 증가하다가 급격하게 작아진다. 그러나, 차단기의 가스반발력은 가동자의 동작이 거의 끝나는 지점에서 최대가 된다. 따라서, 제1,2 자성체 링(242,242)과 보조 영구자석(251,252)(255,256)이 없는 조작기 모델은 초고압용으로 사용하기에는 약간의 어려움이 있을수 있다.

<156> 첨부도면 도 9a 및 도 9b에는 조작기가 제1,2 자성체 링(242,242)과 보조 영구자석(251,252)(255,256)을 가질때의 힘과 전류특성을 보여준다. 즉, 외측 영구자석(220,230)의 위,아래에 보조 영구자석(251,252)(255,256)을 설치하고, 코일(241)의 위,아래에 제1,2자성체 링(242,243)을 설치한 경우의 특성을 보여준다. 이때에는 도 8a 및 도 8b에서 가동자(240)의 이동에 따라 힘이 줄어드는 문제가 해결된다.

<157> 도 9a에서, 사각형 포인트로 연결된 그래프가 차단기의 가스 반발력을 나타내고, 심각형 포인트로 연결된 그래프가 순수 조작기에서 발생하는 전자력(엑츄에이터 추력)을 나타내고, 마름모꼴 포인트로 연결된 그래프가 상기 차단기의 가스 반발력을 이기고 동작하는 조작기의 합성힘(Net force)을 나타낸다. 순수 조작기에서 발생하는 전자력이 가스 반발력보다 커야만이 가동자의 속도가 빨라지게 된다. 이러한 전자력은 앞서 도 8a 및 도 8b에서 설명한 바와 같이 가동자의 이동 초기

구간에서는 증가하다가 다시 감소하게 된다. 그러나, 본 그래프에서는 가동자의 이동 초기 구간을 지나 감소하다가 뒷부분에서는 다시 힘이 증가하는 것을 알 수 있다. 즉, 힘이 다시 증가하는 시점은 가동자의 자성체 링이 보조 영구자석에 가까워지는 시점이 되는 것이다. 따라서, 가동자에 미치는 힘이 커져 전체적인 가동자의 속도는 줄어들지 않고 계속적으로 증가하게 된다.

<158> 도 9a에서, 'K구간'에서는 전자력에 의한 힘이 가스 반발력 보다 낮게 나오게 된다. 그러나, 이때에는 가동자의 관성력이 매우 큰 상태이므로, 도 9b의 '변위' 그래프와 같이, 가동자의 속도가 많이 줄어들지 않고 여전히 큰 속도를 낼 수 있다. 예컨대, 차단기의 바람직한 최적설계라 함은 가스 반발력이 순수 조작기의 전자력보다 크지 않게 하는 것이지만, 가스 반발력의 최대치는 매회 달라지게 되므로 가동자의 관성력이 충분히 크다면 이 문제는 심각하지 않다.

<159> <실시예3>

<160> 첨부도면 도 10a 및 도 10b에는 본 발명의 제3실시예에 따른 전자식 조작기(300)가 도시되어 있다. 제3실시예에 따른 조작기(300)는 제2실시예에 의한 조작기가 하나의 바디(310)에 다수개(도면에서는 4개) 설치된 형태이다. 즉, 자성체로 이루어진 하나의 바디(310) 내부에 다수개의 조작부(300a, 300b, 300c, 300d)가 설치될 수 있다. 상기 각각의 조작부(300a, 300b, 300c, 300d)는, 전술한 제2실시예의 조작기와 동일하게, 내,외측 영구자석(220, 230), 코일과 제1,2 자성체 링을 가지는 가동자(240), 제1,2내,외측 보조 영구자석(251, 252)(255, 256), 그리고 제1,2 완충수단(261, 262)을 구비한다. 상기 다수개의 가동자(240)에는 각각 다수개의 로드

(271)(272)들이 연결되고, 상기 다수개의 로드(271)(272) 들은 하나의 지지대 (321)(322)에 연결된다. 상기 상측 지지대(321)에는 차단기에 연결되기 위한 연결 부(321a)가 구비된다. 이러한 본 발명의 제3실시예에 의한 조작기(300)는, 차단기 의 차단 용량 증가에 따라서 조작기의 개수를 증가시키는 경우의 바람직한 구성예 를 보여준다.

<161> 한편, 상술한 제1 내지 제3실시예에 따른 조작기 및 이들을 적용한 차단기에 있어서는, 초전도 자석을 이용하여 자속밀도를 증가시켜 조작기의 효율을 극대화 시킬 수 있다. 본 발명에서 제안된 조작기들은 영구자석의 자속밀도와 코일의 전류 밀도에서 발생하는 전자반발력에 의해 동작하는 조작기이므로, 기존의 영구자석 대 신 초전도 자석을 이용할 경우 자속 밀도가 커지게 되어 보다 큰 힘과 속도를 가지 게 된다.

<162> 
$$E = 1/2(BH)$$

<163> 위의 식에서 알 수 있는 바와 같이, 에너지는 자속밀도의 제곱에 비례하게 되므로 3테스라(T)의 자속밀도를 가지는 초전도 자석을 적용할 경우, 1테스라(T)의 자속밀도를 지니는 일반 영구자석에 비해 자속 밀도는 3배가 되고, 에너지는 9배가 된다. 따라서, 이때 같은 양의 전류밀도를 가해주게 되면 그 힘은 9배가 커지게 됨 을 알 수 있다. 이처럼 일반 영구자석을 초전도 자석으로 대체 적용하여 그 효율을 높일 수 있다. 실시예 1에 따른 조작기의 경우처럼 단지 일반 영구자석을 초전도 자석으로 대체할 경우 그 효율을 높일 수 있다. 그러나, 실시예 3의 조작기의 경우 처럼 가스반발력을 고려할 경우, 그 힘을 감당하기 위한 주 영구자석(내,외측 영구

자석)과 보조영구자석(제, 12 내, 외측 보조 영구자석) 사이에 발생하는 힘을 이용하게 될 경우, 주 영구자석과 보조 영구자석을 모두 초전도 자석을 이용할 경우에는 문제가 발생하게 된다. 초전도 자석의 특징은 일반영구자석과 같이 일정한 자속 밀도를 나타내지만, 외부에서 발생된 자계는 초전도 성질(Meissner effect)에 의해 초전도 자석으로 유입이 되지 않게 된다. 그러므로 본 발명에서는 주 영구자석을 초전도 자석을 이용하고 보조 영구자석을 일반 영구자석을 이용하여 초전도 자석에서 발생된 자계가 일반 영구자석을 통해 흘러갈 수 있도록 하여 조작부의 링형 자성체가 초전도 자석과 일반 영구자석의 경계부분에 위치할 때 큰 힘으로 작용할 수 있도록 할 수 있다.

<164>

이상에서는 첨부 도면에 도시된 본 발명의 구체적인 실시예가 상세하게 설명되었으나, 이는 하나의 예시에 불과한 것이며, 본 발명의 보호범위가 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 이상과 같은 본 발명의 실시예는 본 발명의 기술적 사상 내에서 당해 분야에 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 및 균등한 다른 실시가 가능한 것이며, 이러한 변형 및 균등한 다른 실시예는 본 발명의 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

## 【발명의 효과】

<165>

이상 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따른 조작기는 영구자석에 의한 자계와 코일의 전류밀도에 의한 전자반발력에 의해 가동자를 작동시키는 구조를 가져, 작은 크기와 무게로도 큰 조작력과 조작 속도를 발휘할 수 있는 장점이 있다.

<166>

또한, 본 발명의 차단기에 있어서는, 큰 힘과 빠른 속도로 차단 동작이 수행

되기 때문에 특히, 초고압 및 고압 차단기에 유용하게 적용할 수 있으며, 저압용으로도 쉽게 적용할 수 있다는 장점이 있다.

## 【특허청구범위】

### 【청구항 1】

자성체로 이루어진 중공의 내통;

자성체로 이루어지며, 상기 내통과 동심을 이루어 상기 내통으로부터 반경 방향 외측으로 일정 간격을 유지하여 설치되는 외통;

각각 상기 내통의 외면과 상기 외통의 내면에 접하여 서로 일정 간격을 유지하여 배치되는 내,외측 영구자석;

상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되는 코일; 및

상기 코일이 그의 일단부에 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기 내,외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 비자성체의 가동자를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

### 【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 비자성체의 가동자는,

일단부에 상기 코일이 설치되며, 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동이 가능하게 설치되는 가동환; 및

상기 내통의 내측에 직선이동이 가능하게 설치됨과 동시에 그의 일단부가 상

기 가동환에 연결되어서 상기 가동환에 의해 축방향으로 직선 이동하는 이동축을 포함하는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

### 【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 내측 영구자석과 외측 영구자석은 초전도 자석으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

### 【청구항 4】

제1항에 있어서,

자성체로 이루어지며, 상기 내통과 외통의 양측 단부를 막음하여 원활한 자계의 흐름을 유도하는 제1,2단부판을 포함하는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

### 【청구항 5】

자성체로 이루어진 중공의 내통;

자성체로 이루어지며, 상기 내통과 동심을 이루어 상기 내통으로부터 반경 방향 외측으로 일정 간격을 유지하여 설치되는 외통;

각각 상기 내통의 외면과 상기 외통의 내면에 접하여 서로 일정 간격을 유지하여 배치되는 내,외측 영구자석;

상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되는 코일;

상기 코일이 그의 단부에 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기

내, 외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 비자성체의 가동자; 및

상기 가동자의 타단부에 연결되어서, 상기 가동자에 의해 직선 운동하여 폐극 동작과 개극 동작을 수행하는 절연 조작 로드를 포함하는 것을 특징으로 하는 차단기.

#### **【청구항 6】**

제5항에 있어서,

상기 내측 영구자석과 외측 영구자석은 초전도 자석으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 차단기.

#### **【청구항 7】**

제5항에 있어서,

상기 비자성체의 가동자는,

일단부에 상기 코일이 설치되며, 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동이 가능하게 설치되는 가동환; 및

상기 내통의 내측에 직선이동이 가능하게 설치되며, 그의 일단부가 상기 가동환에 연결됨과 동시에 그의 타단부가 상기 절연 조작 로드와 연결되어서, 상기 가동환에 의해 축방향으로 직선 이동하여 상기 절연 조작 로드를 이동시키는 이동축을 포함하는 것을 특징으로 하는 차단기.

### 【청구항 8】

제5항에 있어서,

자성체로 이루어지며, 상기 내통과 외통의 양측 단부를 막음하여 원활한 자계의 흐름을 유도하는 제1,2단부판을 포함하는 것을 특징으로 하는 차단기.

### 【청구항 9】

제5항에 있어서,

상기 가동자의 개극 방향 이동 말미가 되는 지점 부분에 설치되어 충격력을 흡수하는 완충수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 차단기.

### 【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 완충수단은 압축 코일 스프링으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 차단기.

### 【청구항 11】

내부에 원환형의 챔버가 형성되어 있는 자성체의 바디;

상기 바디의 챔버 내부에 반경방향으로 일정간격을 유지하여 동심으로 설치되는 원환형의 내측 영구자석 및 외측 영구자석; 및

원환형의 코일을 가져 상기 내측 영구자석과 내측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기 내측 영구자석과 상기 외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자

반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 가동자를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

#### 【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 내,외측 영구자석의 양단부에는 각각 원환형의 제1내,외측 보조 영구자석과 제2내,외측 보조 영구자석이 설치되고,

상기 가동자는, 그의 코일의 양측 단부에 각각 원환형의 제1자성체 링과 제2자성체 링이 배치되어 상기 코일과 일체화된 형태로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

#### 【청구항 13】

제12항에 있어서,

상기 제1내,외측 보조 영구자석과 제2내,외측 보조 영구자석의 극성은 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석의 극성과 반대방향인 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

#### 【청구항 14】

제12항 또는 제13항에 있어서,

상기 내측 영구자석과 외측 영구자석은 초전도 자석으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

**【청구항 15】**

제12항에 있어서,

상기 코일과 제1,2자성체 링은 절연체 하우징의 내부에 매립되어 일체화되는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

**【청구항 16】**

제15항에 있어서,

상기 절연체 하우징은 플라스틱으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

**【청구항 17】**

제11항에 있어서,

상기 가동자의 축방향 이동 말미에 상기 가동자의 단부가 바디에 충돌하는 것을 방지하기 위하여, 상기 가동자의 양단부측에 제1,2완충수단이 설치되는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

**【청구항 18】**

제17항에 있어서,

상기 제1,2완충수단은 압축 코일 스프링으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

**【청구항 19】**

제18항에 있어서,

상기 제1,2완충수단은 압축 코일 스프링으로 이루어지고, 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

#### 【청구항 20】

제11항에 있어서,

상기 가동자의 일단부에는 다수개의 비자성체의 로드와 연결되고, 상기 다수개의 비자성체 로드의 단부에는 피동부에 연결되기 위한 지지대가 설치되는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

#### 【청구항 21】

내부에 원환형의 챔버가 형성되어 있는 자성체의 바디;

상기 바디의 챔버 내부에 반경방향으로 일정간격을 유지하여 동심으로 설치되는 원환형의 내측 영구자석 및 외측 영구자석;

원환형의 코일을 가져 상기 내측 영구자석과 내측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기 내측 영구자석과 상기 외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자 반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 가동자; 및

상기 가동자에 의해 직선 운동하여 폐극 동작과 개극 동작을 수행하기 위하여, 상기 가동자에 연결되는 절연 조작 로드를 포함하는 것을 특징으로 하는 차단기.

### 【청구항 22】

제21항에 있어서,

상기 내,외측 영구자석의 양단부에는 각각 원환형의 제1내,외측 보조 영구자석과 제2내,외측 보조 영구자석이 설치되고,

상기 가동자는, 그의 코일의 양측 단부에 각각 원환형의 제1자성체 링과 제2자성체 링이 배치되어 상기 코일과 일체화된 형태로 이루어지는 것을 특징으로 하는 차단기.

### 【청구항 23】

제22항에 있어서,

상기 내측 영구자석과 외측 영구자석은 초전도 자석으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 차단기.

### 【청구항 24】

자성체로 이루어진 하나의 바디 내부에 다수개의 전자석 조작부가 설치되고,

상기 다수개의 조작부는 각각,

반경방향으로 일정간격을 유지하여 동심으로 설치되는 원환형의 내측 영구자석 및 외측 영구자석;

원환형의 코일을 가져 상기 내측 영구자석과 내측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기 내측 영구자석과 상기 외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자

반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 가동자;

상기 다수개의 가동자에 연결되는 다수개의 로드; 및

상기 다수개의 로드의 단부를 하나로 연결하는 지지대를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

#### **【청구항 25】**

제24항에 있어서,

상기 내,외측 영구자석의 양단부에는 각각 원환형의 제1내,외측 보조 영구자석과 제2내,외측 보조 영구자석이 설치되고,

상기 가동자는, 그의 코일의 양측 단부에 각각 원환형의 제1자성체 링과 제2자성체 링이 배치되어 상기 코일과 일체화된 형태로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

#### **【청구항 26】**

제25항에 있어서,

상기 내측 영구자석과 외측 영구자석은 초전도 자석으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자석 조작기.

#### **【청구항 27】**

자성체로 이루어진 하나의 바디 내부에 다수개의 전자석 조작부가 설치되고,

상기 다수개의 조작부는 각각,

반경방향으로 일정간격을 유지하여 동심으로 설치되는 원환형의 내측 영구자석 및 외측 영구자석;

원환형의 코일을 가져 상기 내측 영구자석과 내측 영구자석 사이에 축방향으로 직선 이동이 가능하게 설치되며, 상기 코일에 전류가 공급되는 경우 상기 내측 영구자석과 상기 외측 영구자석에 의한 자계와 상기 코일의 전류밀도에 의한 전자 반발력에 의해 상기 내측 영구자석과 외측 영구자석 사이에서 축방향으로 직선 운동하는 가동자;

상기 다수개의 가동자에 연결되는 다수개의 로드; 및

상기 다수개의 로드의 단부를 하나로 연결하는 지지대를 포함하며,

상기 다수개의 가동자에 의해 직선 운동하여 폐극 동작과 개극 동작을 수행하기 위하여, 상기 지지대에 연결되는 절연 조작 로드를 포함하는 것을 특징으로 하는 차단기.

#### **【청구항 28】**

제27항에 있어서,

상기 내,외측 영구자석의 양단부에는 각각 원환형의 제1내,외측 보조 영구자석과 제2내,외측 보조 영구자석이 설치되고,

상기 가동자는, 그의 코일의 양측 단부에 각각 원환형의 제1자성체 링과 제2자성체 링이 배치되어 상기 코일과 일체화된 형태로 이루어지는 것을 특징으로 하는 차단기.

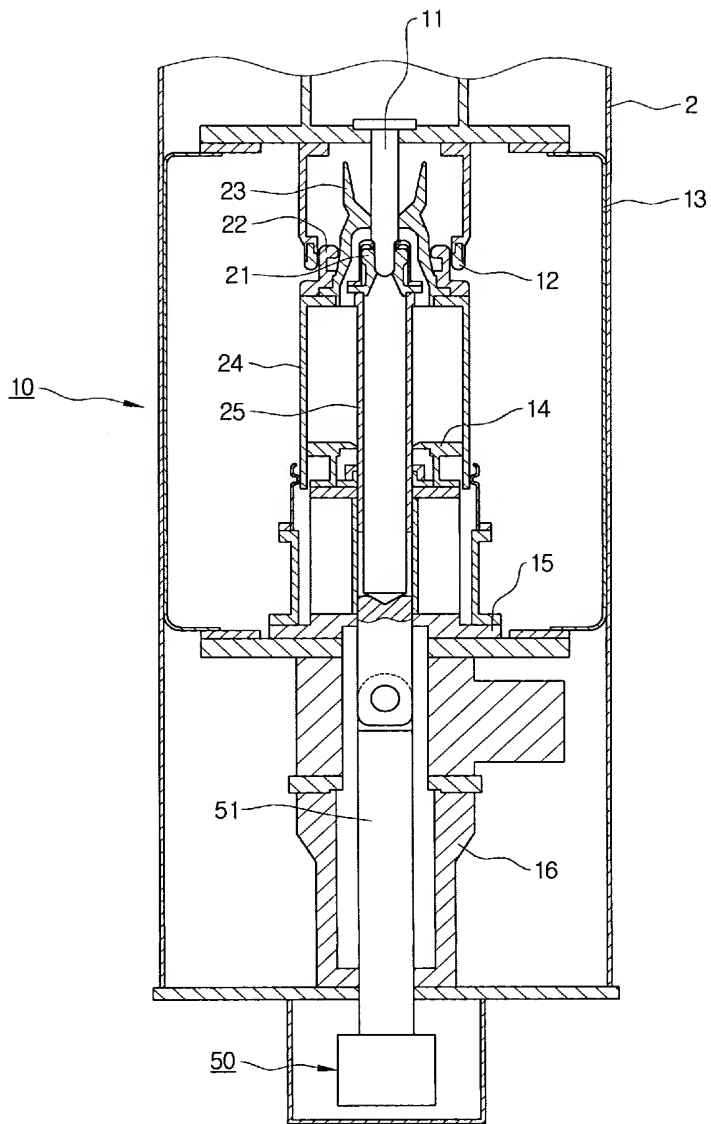
**【청구항 29】**

제28항에 있어서,

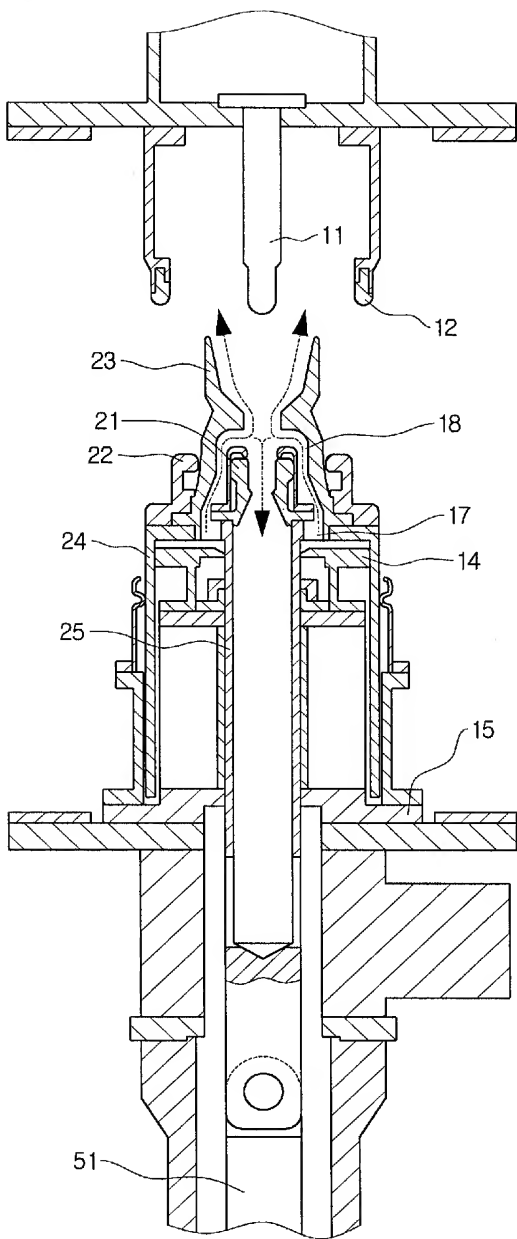
상기 내측 영구자석과 외측 영구자석은 초전도 자석으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 차단기.

【도면】

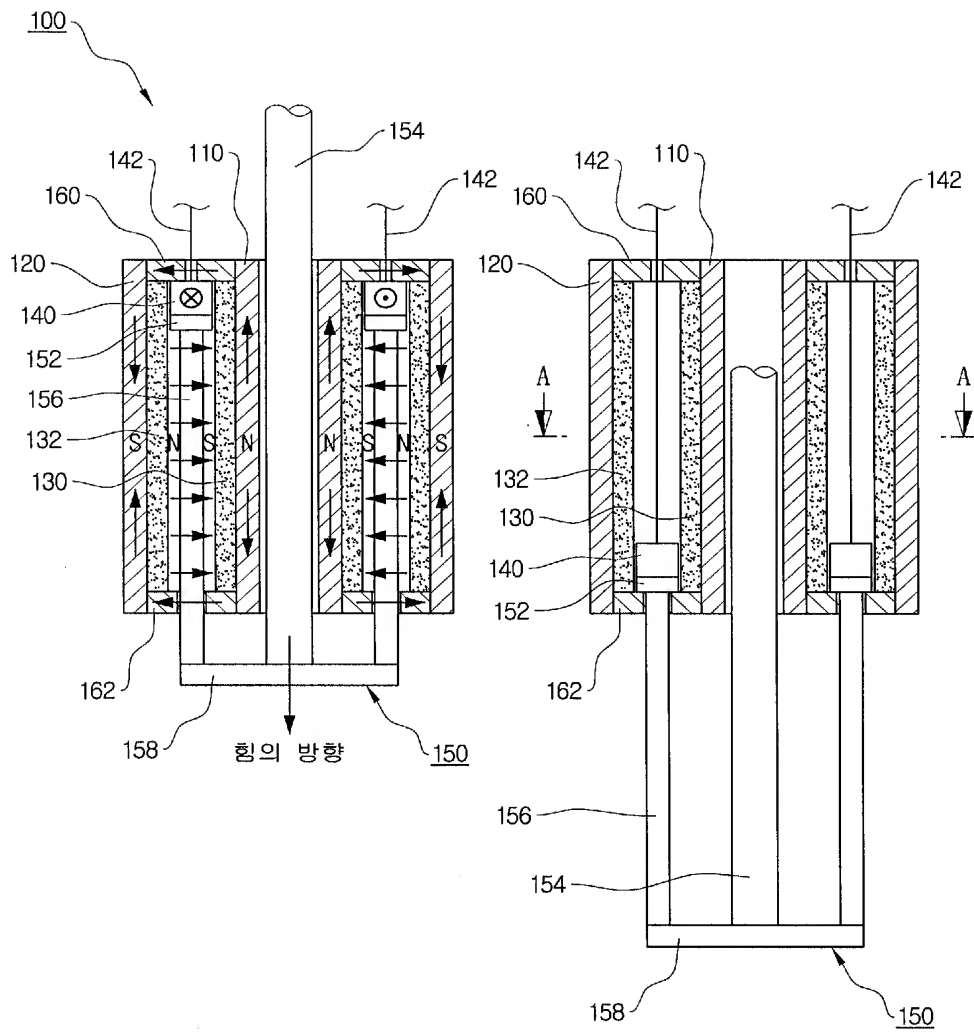
【도 1a】



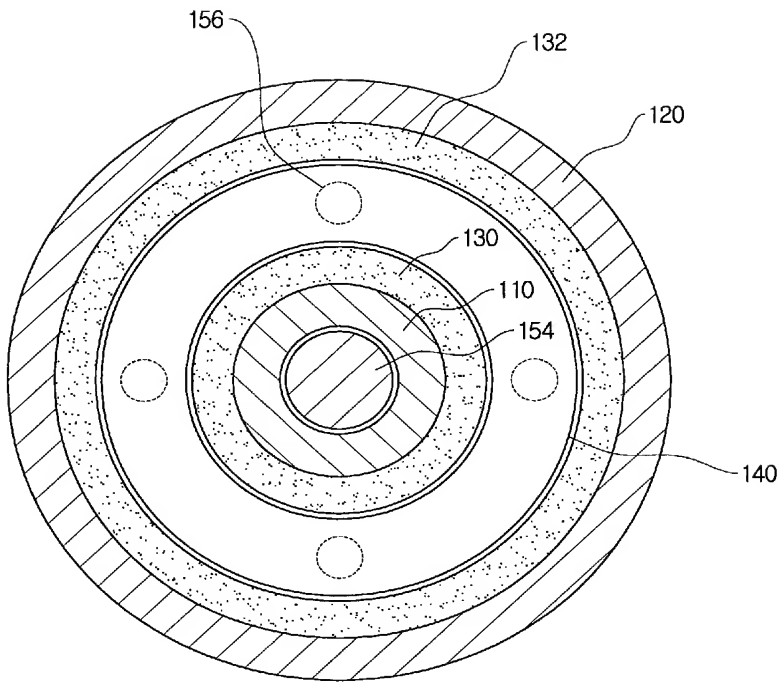
【図 1b】



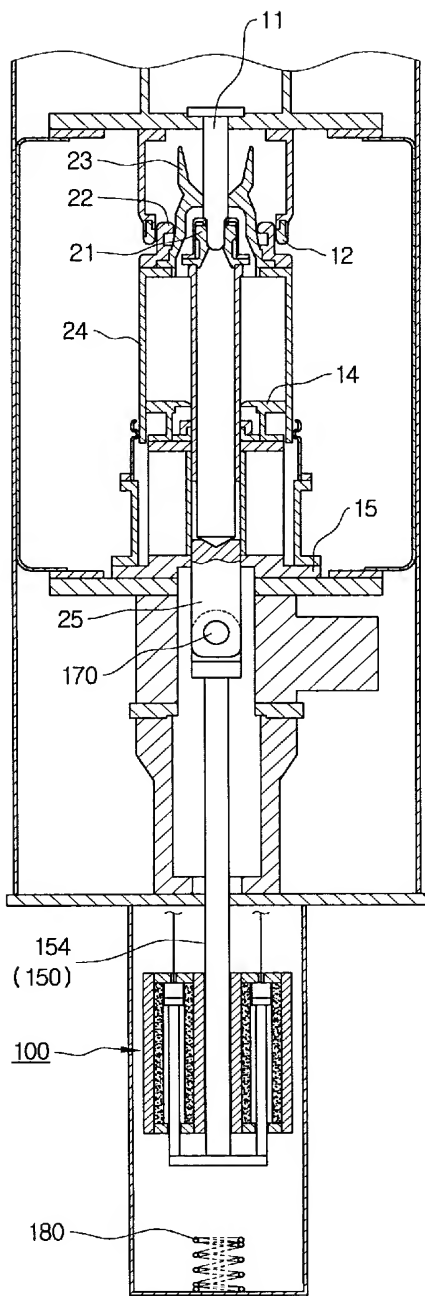
【도 2a】



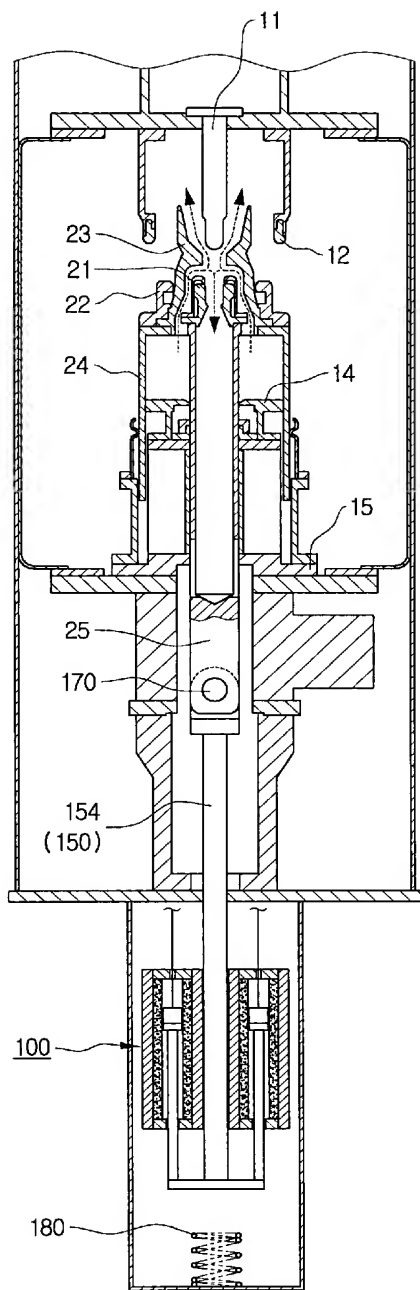
【도 2b】



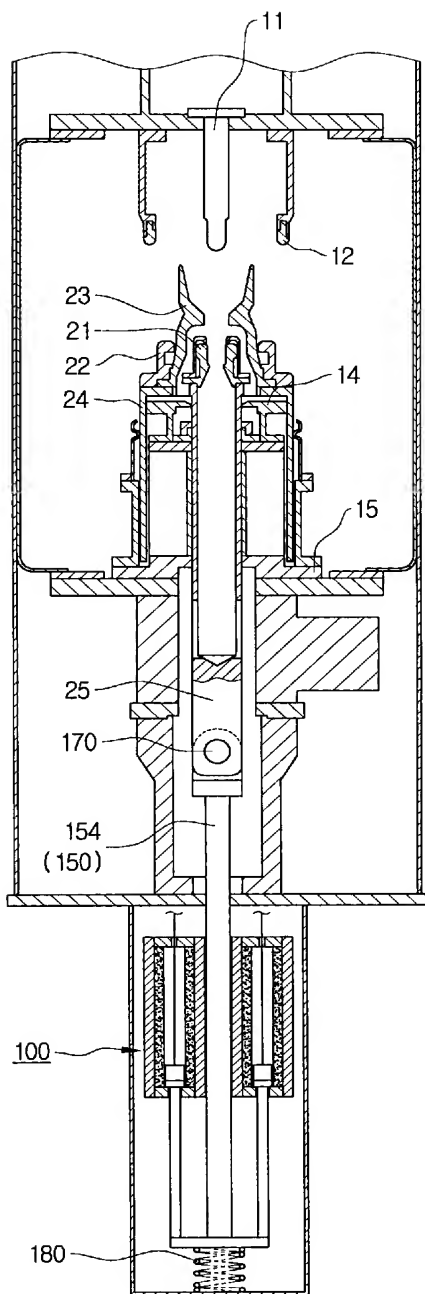
【図 3a】



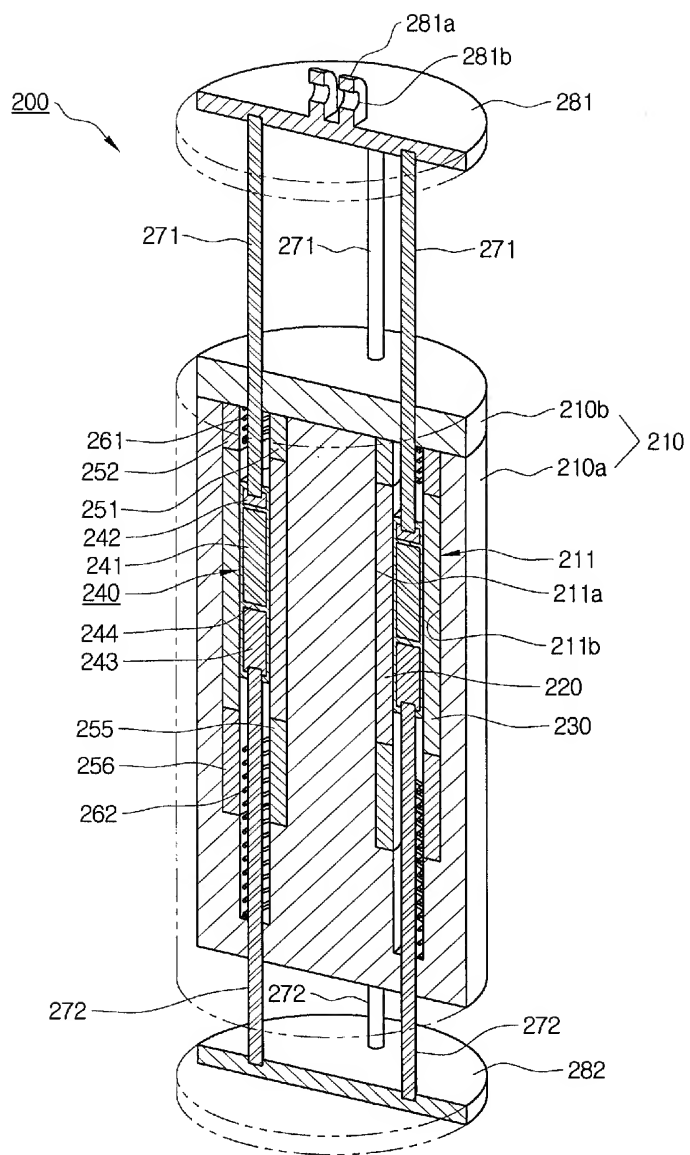
【도 3b】



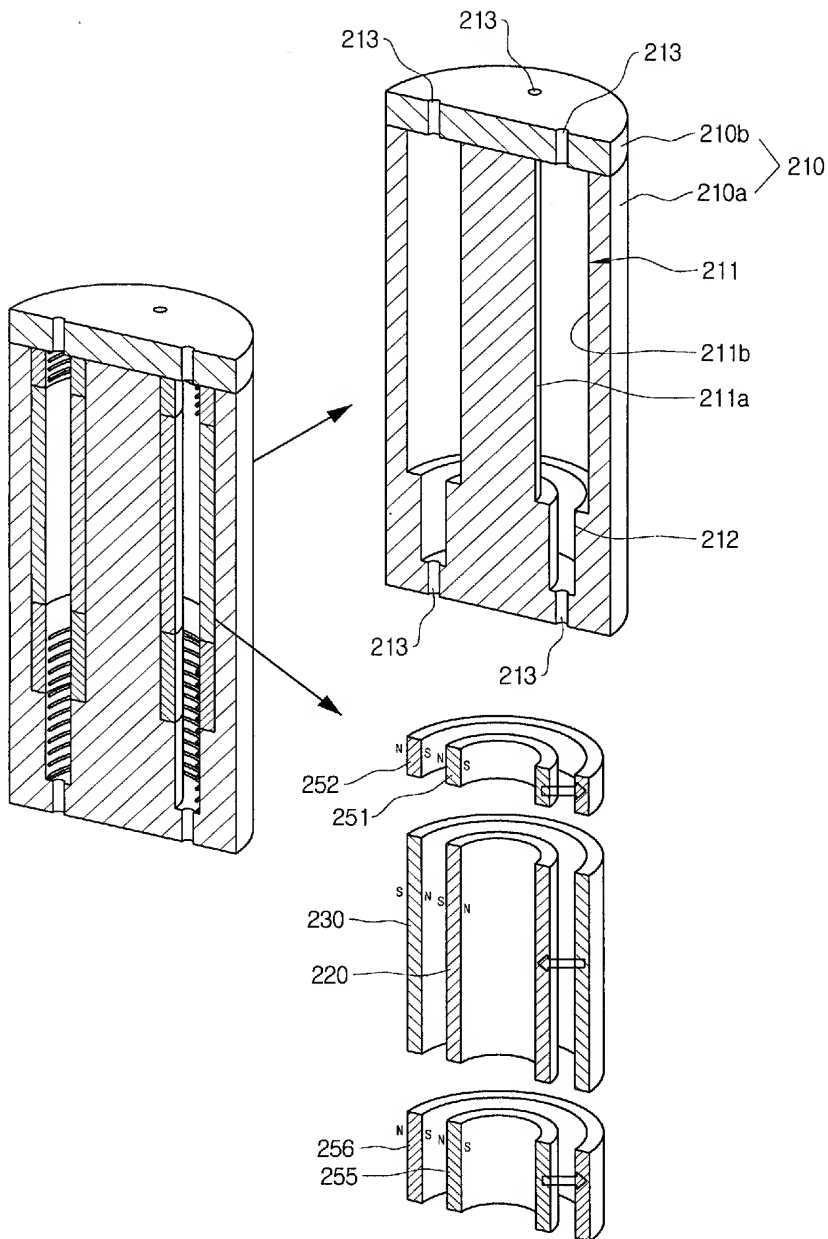
【도 3c】



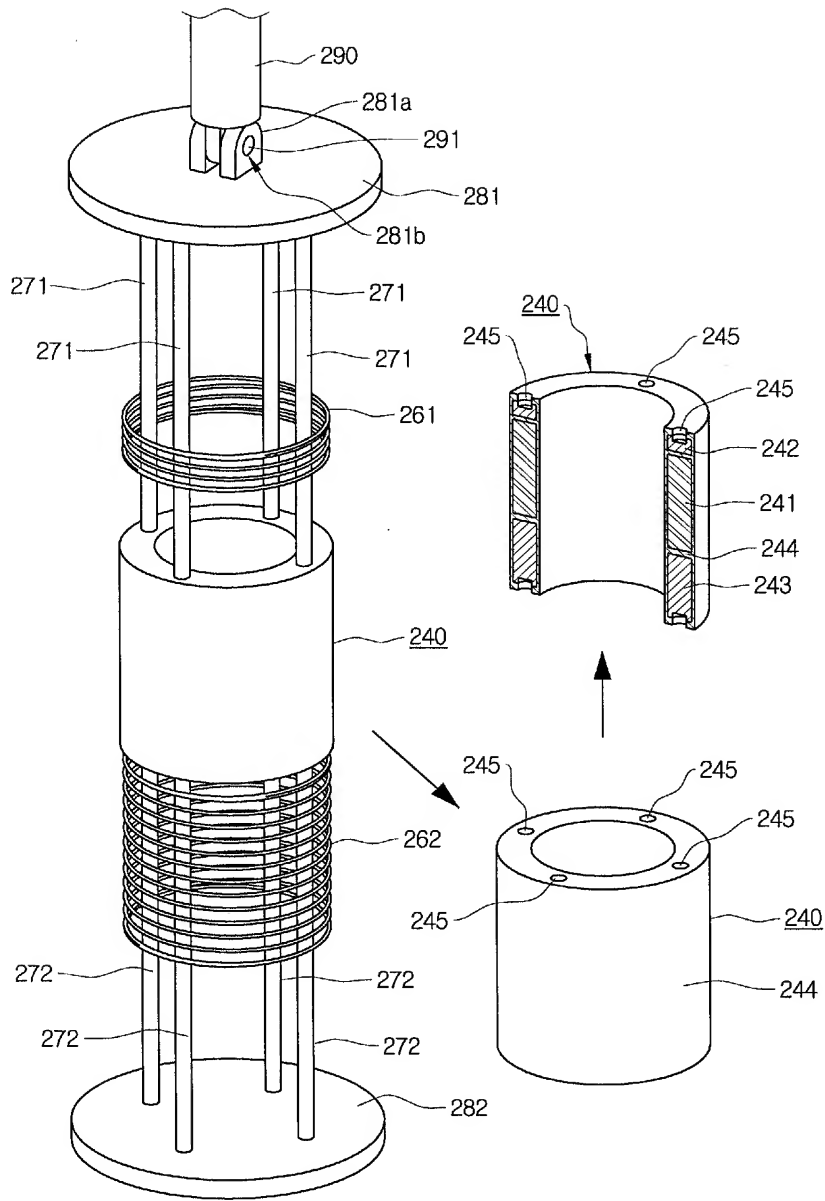
【도 4】



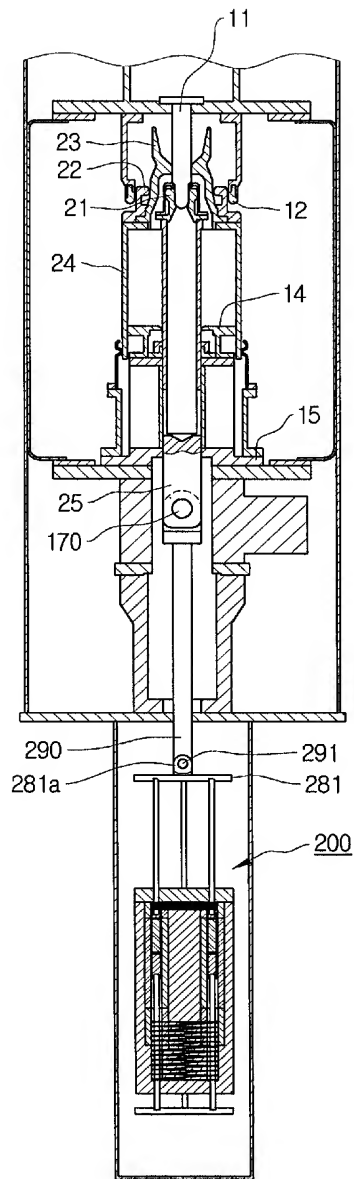
【도 5a】



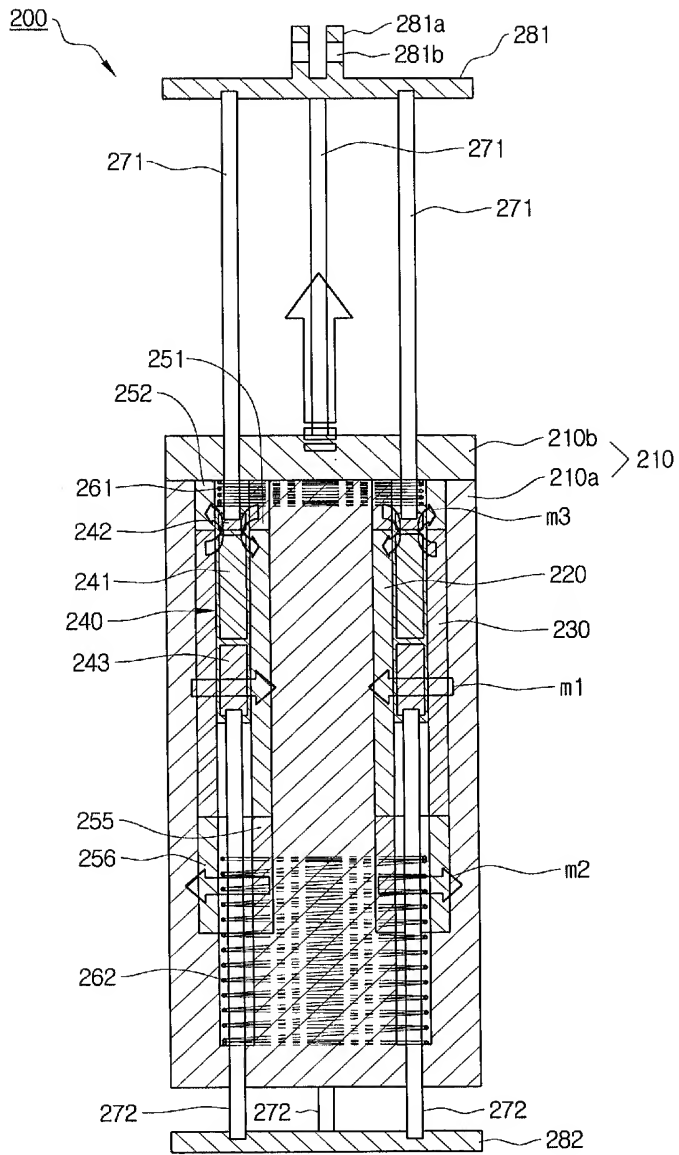
【도 5b】



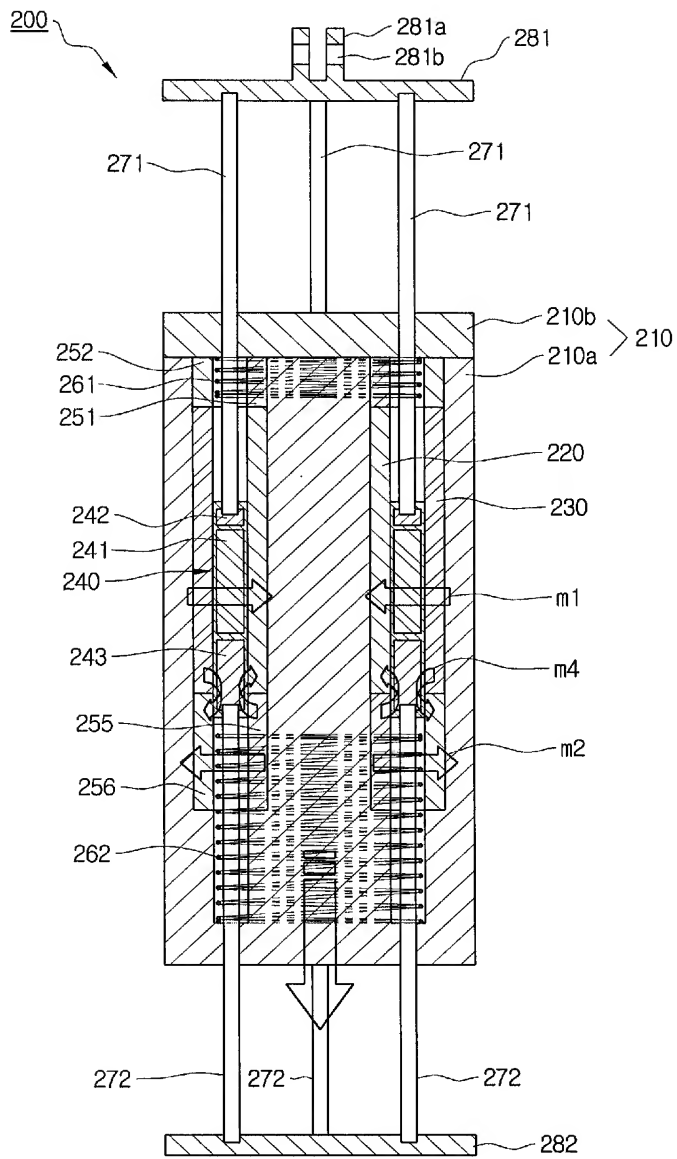
【도 6】



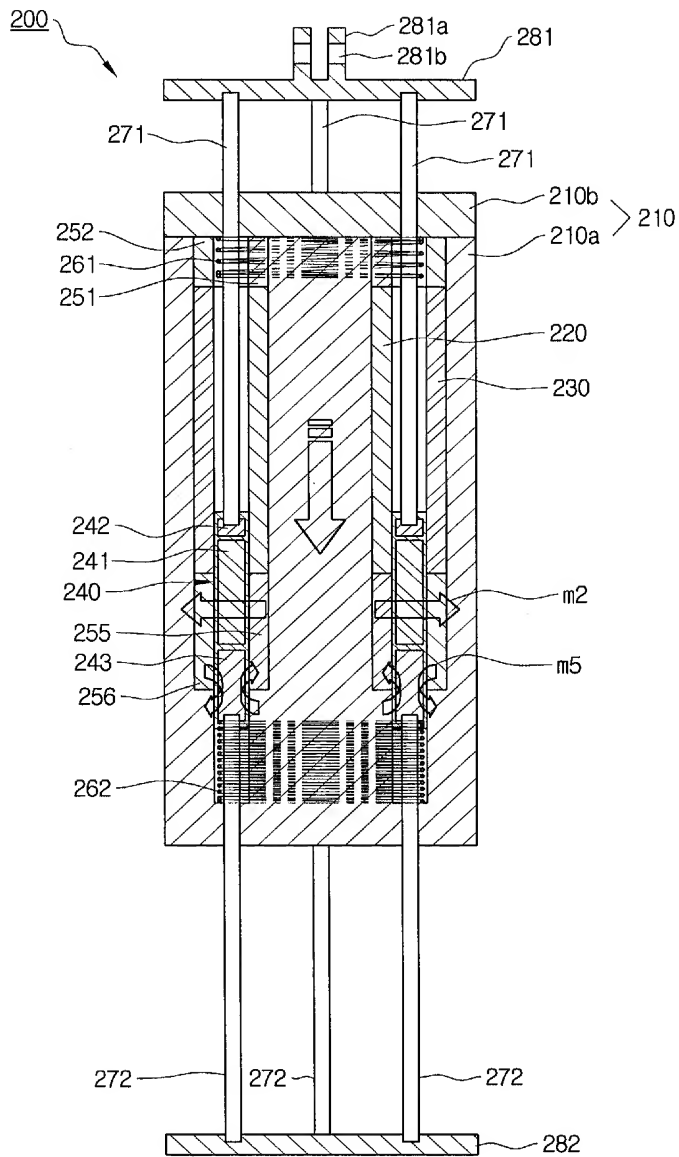
【図 7a】



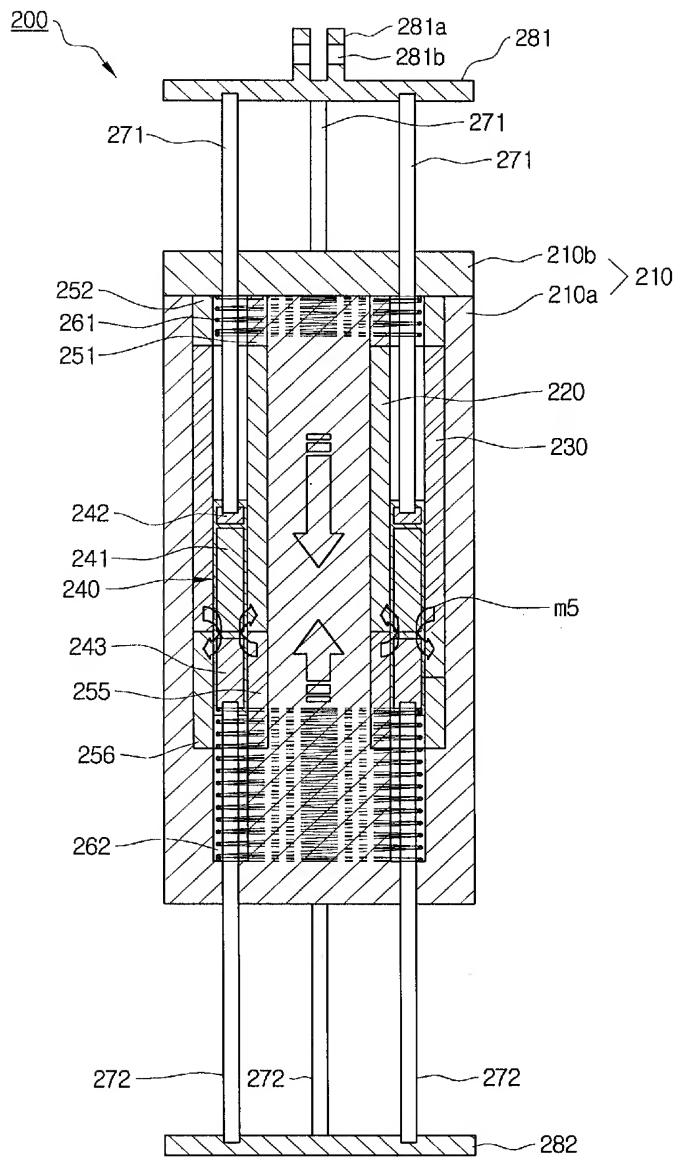
【도 7b】



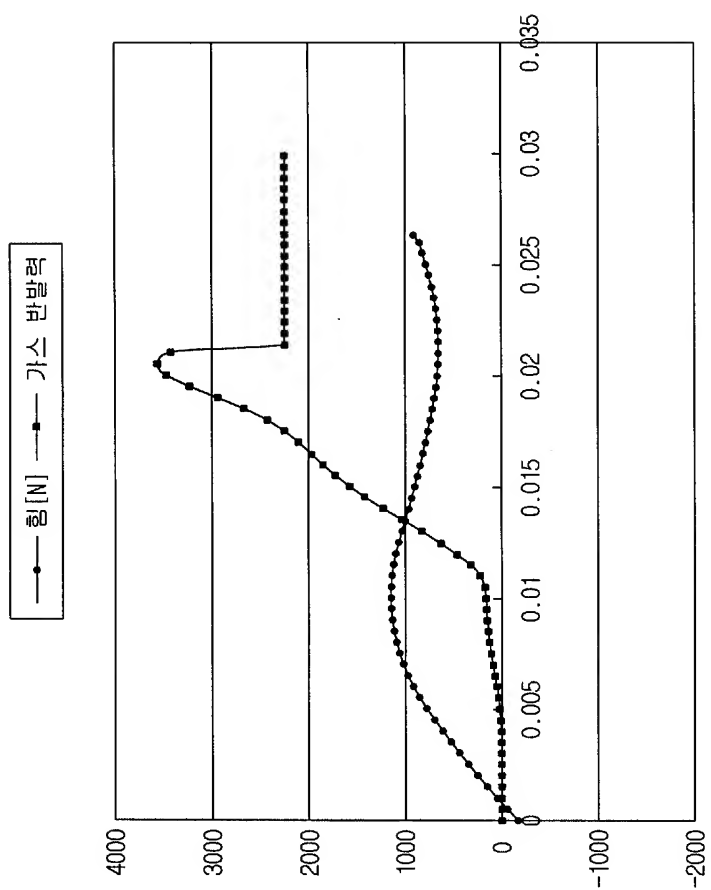
【図 7c】



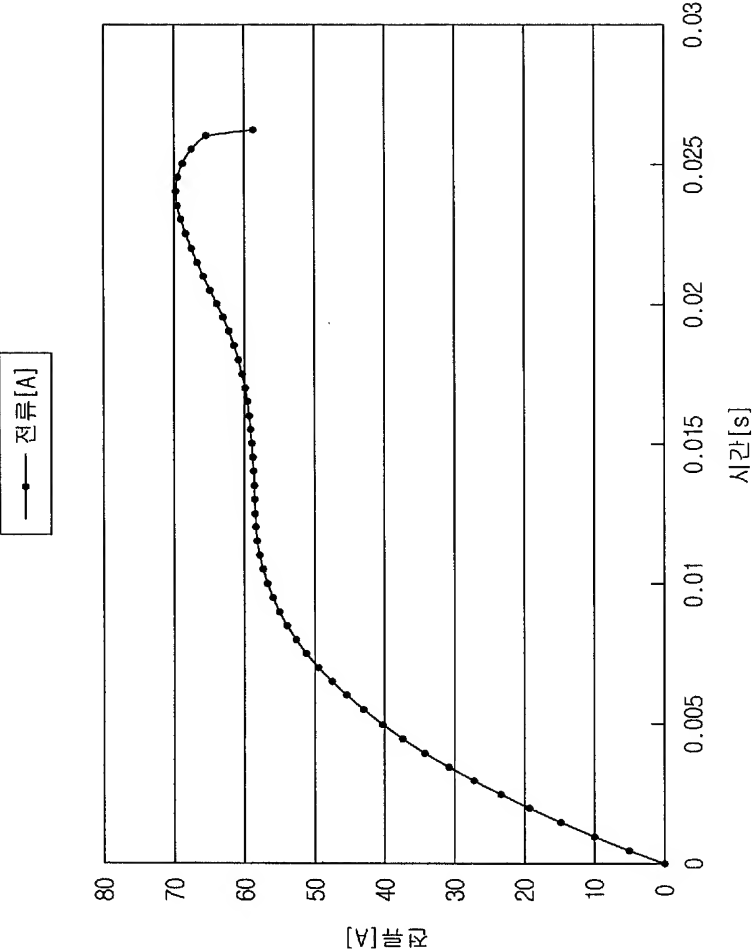
【도 7d】



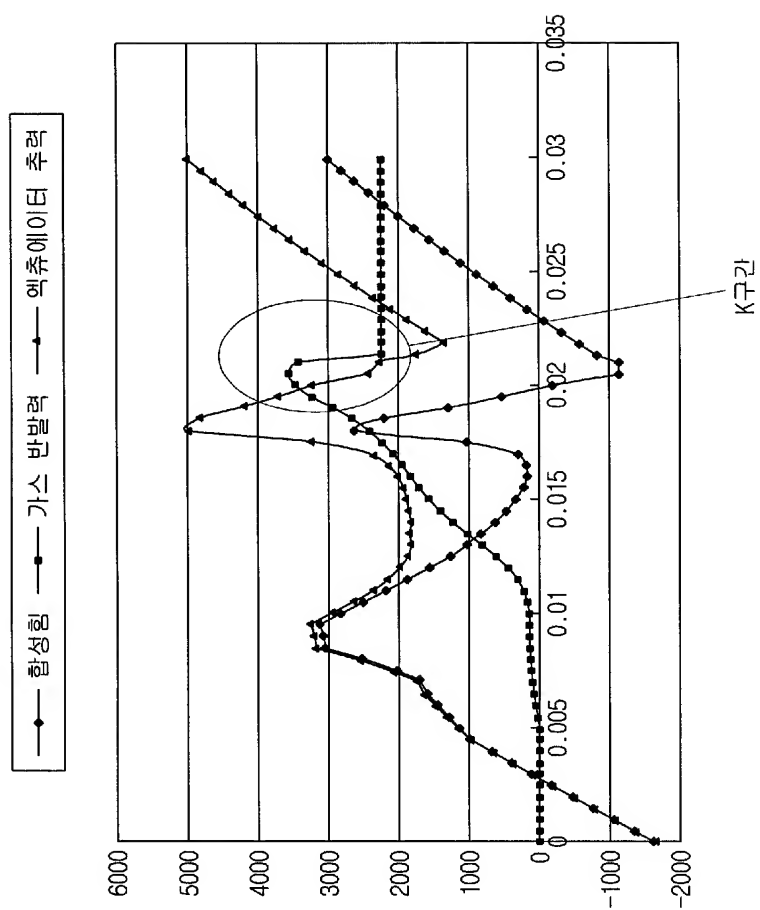
【도 8a】



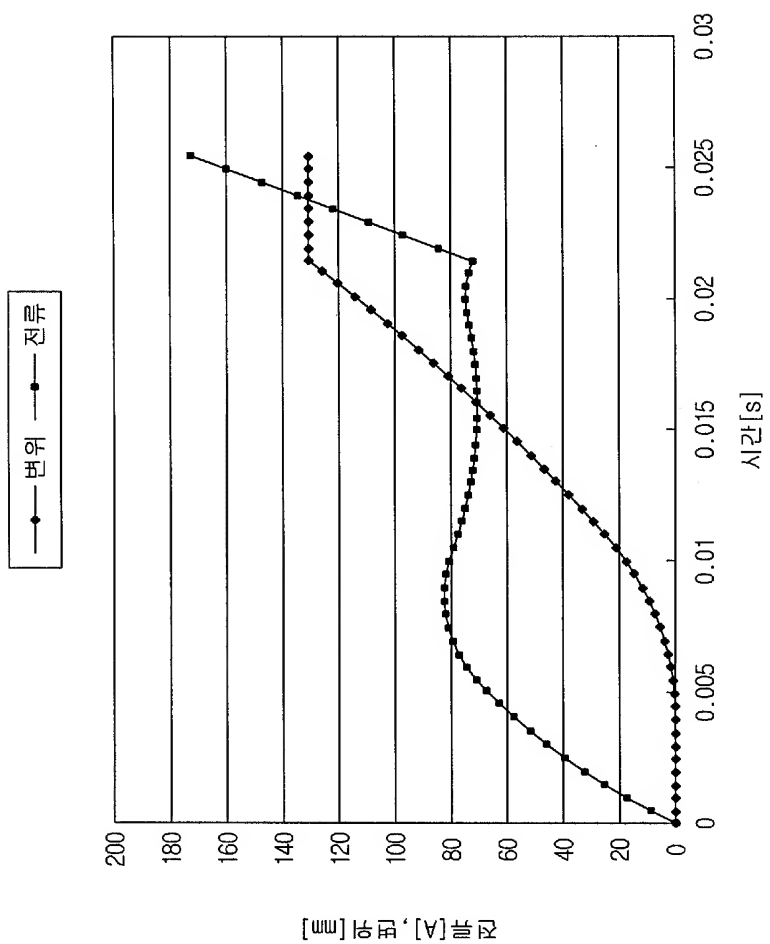
【도 8b】



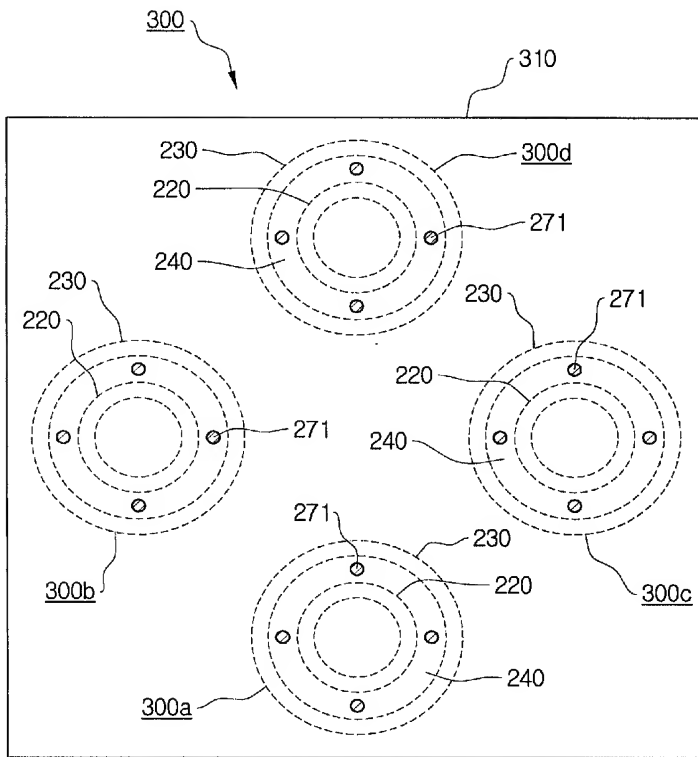
【도 9a】



【도 9b】



【도 10a】



【図 10b】

